



Felipe Porto Sequeira O Papel Estratégico dos Sistemas APS na Gestão da Produção



**Felipe Porto Sequeira O Papel Estratégico dos Sistemas APS na Gestão da
Produção**

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Isabel Leal Seruca, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família e amigos.

o júri

presidente

Professora Doutora Leonor da Conceição Teixeira
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Professora Doutora Maria Filomena Castro Lopes
professora auxiliar da Universidade Portucalense Infante D. Henrique

Professora Doutora Maria Isabel Leal Seruca
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

Engenheiro Jorge Serrano Pinto
sócio-gerente da Softi9 – Inovação Informática, Lda.

agradecimentos

À Professora Doutora Isabel Seruca agradeço a orientação, as sugestões, a disponibilidade, a paciência e os desafios superados durante a elaboração deste trabalho.

Ao Eng.º Jorge Serrano Pinto agradeço todo o apoio, a orientação, o profissionalismo e a pré-disposição com a qual sempre me tratou e orientou.

Ao pessoal da Softi9 agradeço todo o apoio e empatia apresentada durante o meu período de estágio.

Aos meus pais agradeço a atenção, o apoio, a força, o amor e o carinho sempre demonstrado, em especial durante meu período em Portugal e na elaboração deste trabalho.

À minha irmã Elisa pela pessoa maravilhosa que é e todo o carinho e afeição que tem por mim.

À Raquel e sua família, por tudo o que fizeram por mim.

Ao Tiago, por todo apoio e amizade demonstrado durante todo esse período em Portugal.

A todos os meus amigos que de uma forma directa ou indirecta me deram o apoio necessário durante todo o período académico em Portugal.

À Universidade de Aveiro agradeço as infra-estruturas disponibilizadas e as condições oferecidas, necessárias para a conclusão deste trabalho.

Meu muito obrigado a todos.

palavras-chave

Produção, PCP, Sistemas de Gestão da Produção, Sistemas APS

resumo

Este trabalho tem como objectivo a exploração de sistemas de informação orientados para a gestão da produção, em especial os sistemas Advanced Planning Systems (APS), Sistemas Avançados de Planeamento e Programação, destinados ao planeamento e optimização da produção em organizações industriais. Como alicerce desse trabalho, é apresentada uma revisão bibliográfica, que descreve os conceitos principais relacionados com a área da gestão da produção, nomeadamente com a fase do planeamento e controlo da produção, e apresenta uma perspectiva histórica dos principais tipos de sistemas de informação vocacionados para a área, discutindo os que são utilizados actualmente no sector industrial.

A realização deste trabalho teve como base o período de estágio realizado pelo autor na empresa Portuguesa Softi9, que se dedica ao desenvolvimento e comercialização de sistemas de informação orientados para a gestão e produção industrial.

O trabalho apresentado incide no Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS® desenvolvido e comercializado pela Softi9, sendo apresentada uma análise dos conceitos e funcionalidades oferecidos pela nova versão do sistema e descritos alguns testes realizados no âmbito do desenvolvimento da mesma.

keywords

Production, PPC, Production Management Systems, Advanced Planning Systems (APS)

abstract

This work aims to describe the types of information systems designed to support production management, with special emphasis on the Advanced Planning Systems (APS), which are systems designed to support production planning in manufacturing companies. A literature survey is set up as the groundwork for the study, which reviews the main concepts related with the area of production management and production planning and control (PPC) and provides an historical perspective of the main types of information systems in the area, discussing the ones that are currently used in the industrial sector.

The work here described was based on the author's training placement at the Softi9 Portuguese company, that operates in the development and commercialization of enterprise and production management information systems.

The work here presented is focused on the Izaro APS® system, developed and commercialized by Softi9, and presents an analysis of the concepts and functionalities included in the new version of the system as well as the description of some tests carried out in the scope of the development of this version.

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJECTIVOS DO TRABALHO	2
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 A GESTÃO DA PRODUÇÃO.....	5
2.1.1 Perspectiva Histórica	5
2.1.2 A Função Produção	7
2.1.3 Planeamento e Controlo da Produção (PCP)	8
2.1.4 O Planeamento Estratégico e o Plano de Produção.....	10
2.1.5 O Planeamento Tático e o Plano Director de Produção.....	11
2.1.6 O Planeamento Operacional e a Programação da Produção	12
2.1.7 Factores de decisão no Planeamento e Controlo da Produção.....	14
2.2 SISTEMAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	18
2.2.1 Perspectiva Histórica	18
2.2.2 Material Requirements Planning (MRP)	19
2.2.3 Manufacturing Resource Planning (MRP II)	22
2.2.4 Enterprise Resource Planning (ERP)	24
2.2.5 Manufacturing Execution Systems (MES)	26
2.2.6 Finite Capacity Scheduling (FCS)	28
2.2.7 Advanced Planning Systems ou Advanced Planning Scheduling (APS)	30
3 EMPRESA	33
3.1 APRESENTAÇÃO	33
3.2 PARCERIAS COM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR E I&D	35
3.3 PARCERIAS COMERCIAIS	35
3.4 PRODUTOS	37
3.4.1 ERP II – Izaro Net®	37
3.4.2 O Izaro MES®.....	38
3.4.3 O Izaro APS®	41
4 ANÁLISE FUNCIONAL DO SISTEMA IZARO APS® E DOS NOVOS CONCEITOS E FUNCIONALIDADES PRESENTES NA VERSÃO 3	43
4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	43
4.2 METODOLOGIA	43
4.3 ESTRUTURA DE INFORMAÇÃO DO IZARO APS®	45
4.4 DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO UTILIZADOS NO IZARO APS®.....	46

4.5	INTERPRETAÇÃO DOS GRÁFICOS GANTT DO IZARO APS®	48
4.5.1	Gráfico Gantt de Recursos	48
4.5.2	Gráfico Gantt de Ordens de Fabrico	51
4.5.3	Gráfico Gantt de Carga de Recursos	52
4.6	PLANIFICADOR	53
4.7	INDICADORES	55
4.8	PAINEL DE CONTROLO	55
4.9	O IZARO APS® VERSÃO 3	58
4.10	CONCEITOS E FUNCIONALIDADES PRESENTES NA VERSÃO 3 DO IZARO APS®	59
4.10.1	Tempos de Espera entre Operações	59
4.10.2	Sub-Recursos	60
4.10.3	Partição Automática de Operações	61
4.10.4	Centros de Trabalho Homogéneos	62
4.10.5	Novo Critério de Optimização	63
4.10.6	Recursos tipo “Túnel”	64
4.11	TESTES DO NOVO ALGORITMO E FUNCIONALIDADES DA VERSÃO 3 DO IZARO APS®	67
4.11.1	Exemplo de teste realizado na versão 3 do Izaro APS®	70
5	CONCLUSÃO	75
	BIBLIOGRAFIA	77
	WEBGRAFIA	79
	ANEXOS	81

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 - ACTIVIDADES DO PCP RELACIONADAS COM OS NÍVEIS DE PLANEAMENTO E DECISÃO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO (ZATTAR, 2004).	9
FIGURA 2.2 - NÍVEIS DE PLANEAMENTO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO (PONTES, 2009).	11
FIGURA 2.3 - FLUXO DE INFORMAÇÃO REFERENTE AO PLANEAMENTO OPERACIONAL (PONTES, 2009).	13
FIGURA 2.4 - EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DA PRODUÇÃO (LITTLE, PECK, ROLLINS E PORTER, 2000).	19
FIGURA 2.5 - ESTRUTURA DE UM SISTEMA ERP (SILVA E ALVES, 2001)	25
FIGURA 3.1 - ORGANOGAMA DA SOFTI9.	34
FIGURA 3.2 - PACOTE DE SOLUÇÕES IZARO NET®.	38
FIGURA 3.3 - ECRÃ DE MONITORIZAÇÃO DA UNIDADE FABRIL DO IZARO MES®.	39
FIGURA 3.4 - ANÁLISES ESTATÍSTICAS GERADAS COM AS INFORMAÇÕES RECOLHIDAS NO FABRICO. ...	39
FIGURA 3.5 - REGISTO DO TRABALHO NO SISTEMA IZARO MES®.	40
FIGURA 3.6 - JANELA DE CONFIGURAÇÃO DE ALERTAS.	41
FIGURA 3.7 - ECRÃ PRINCIPAL DO SISTEMA IZARO APS®.	42
FIGURA 4.1 – GRÁFICO GANTT DE ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O PERÍODO DE ESTÁGIO NA SOFTI9.	43
FIGURA 4.2 – ESQUEMA DO MODELO DE DADOS DO IZARO APS®.	46
FIGURA 4.3 - GRÁFICO GANTT DE RECURSOS DO IZARO APS®.	48
FIGURA 4.4 - GRÁFICO GANTT DE ORDENS DE FABRICO DO IZARO APS®.	51
FIGURA 4.5 - GRÁFICO GANTT DE CARGA DE RECURSOS DO IZARO APS®.	52
FIGURA 4.6 – INDICADORES DO PLANIFICADOR.	55
FIGURA 4.7 - ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS PELA PROGRAMAÇÃO NO PAINEL DE CONTROLO. ...	56
FIGURA 4.8 - ANÁLISE DAS ESTATÍSTICAS REFERENTES ÀS OPERAÇÕES E/OU ENCOMENDAS.	57
FIGURA 4.9 - OPÇÃO DE COMPARAÇÃO DE PROGRAMAÇÕES DO PAINEL DE CONTROLO.	57
FIGURA 4.10 - EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DE TEMPOS DE ESPERA ENTRE OPERAÇÕES.	60
FIGURA 4.11 - EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DE SUB-RECURSOS.	61
FIGURA 4.12 - EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DE PARTIÇÃO AUTOMÁTICA DE OPERAÇÕES.	62
FIGURA 4.13 - EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DE CENTROS DE TRABALHO HOMOGÉNEOS.	63
FIGURA 4.14 - NOVO CRITÉRIO DE OPTIMIZAÇÃO “MAXIMIZAR FACTURAÇÃO”.	63
FIGURA 4.15 - CONFIGURAÇÃO DO PERÍODO DE FACTURAÇÃO.	64
FIGURA 4.16 - EXEMPLO DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS TIPO “TÚNEL”.	65
FIGURA 4.17 - CONFIGURAÇÃO DA MATRIZ DE CAPACIDADES PARA UM RECURSO TIPO “TÚNEL”.	66
FIGURA 4.18 - CONFIGURAÇÃO DA MATRIZ DE COMPATIBILIDADE PARA UM RECURSO TIPO “TÚNEL”. ...	66
FIGURA 4.19 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE REALIZAÇÃO DE TESTES DA NOVA VERSÃO DO IZARO APS®.	69
FIGURA 4.20 – ERRO Nº 1 ENCONTRADO NA REALIZAÇÃO DE TESTES DA FUNCIONALIDADE “SUB-RECURSOS”.	72

FIGURA 4.21 - ERRO Nº 2 ENCONTRADO NA REALIZAÇÃO DE TESTES DA FUNCIONALIDADE "SUB-RECURSOS".	73
FIGURA 4.22 - ERRO Nº 3 ENCONTRADO NA REALIZAÇÃO DE TESTES DA FUNCIONALIDADE "SUB-RECURSOS".	74

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 - FUNÇÕES ATRIBUÍDAS AOS OPERADORES DO SISTEMA IZARO MES®.....	40
TABELA 4.1 – TERMINOLOGIA ASSOCIADA À PRODUÇÃO UTILIZADA NO IZARO APS®.....	47
TABELA 4.2 - CONJUNTO DE CRITÉRIOS DE OPTIMIZAÇÃO CONSIDERADOS NO PLANIFICADOR.....	54
TABELA 4.3 – CONFIGURAÇÃO ATRIBUÍDA AO FICHEIRO DOS RECURSOS.	70
TABELA 4.4 - CONFIGURAÇÃO ATRIBUÍDA AO FICHEIRO DOS SUB-RECURSOS.....	71
TABELA 4.5 - CONFIGURAÇÃO ATRIBUÍDA AO FICHEIRO DAS ORDENS DE FABRICO.....	71

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem ocorrido uma grande mudança na indústria em todo o mundo, nomeadamente uma alteração no perfil da produção, que substituí o modelo de produção em série por um modelo de produção mais flexível, visando atender as necessidades específicas do mercado. O novo mercado consumidor exige que, cada vez mais, a área de produção seja flexível e fiável, possa actuar dentro dos prazos pré-estabelecidos e garantir qualidade aos produtos acabados.

Esta nova realidade e a evolução da tecnologia influenciaram a concepção dos sistemas de gestão da produção, fazendo com que passassem de ferramentas estáticas de apoio aos processos para ferramentas com funções estratégicas, convertendo a gestão da produção num diferencial competitivo para as empresas e tornando-a vital para que estas mantenham as suas posições no mercado, conquistem novos clientes e aumentem a sua produtividade. Estes sistemas são compostos por vários componentes e têm como objectivo a automatização dos processos de produção, apoiando o Planeamento e Controlo da Produção (PCP).

Os sistemas de informação orientados para a gestão da produção têm evoluído significativamente. Os primeiros sistemas eram muito simples e pouco sofisticados, e o valor da informação que era gerado para a função da produção era limitado.

Na década de 60, surgiram os sistemas MRP (*Material Requirements Planning*), ou seja, sistemas de planeamento das necessidades de materiais para o fabrico, permitindo o cálculo da quantidade de materiais dos diversos tipos necessários à produção, e em que momento, de forma a que estes sejam fornecidos a tempo para a execução dos processos de fabrico. Já na década de 70, são desenvolvidos os sistemas MRPII (*Manufacturing Resource Planning*), que constituem uma evolução dos sistemas MRP uma vez que possibilitam a agregação de novas funções, permitindo uma maior integração com outras áreas funcionais da empresa. Estes sistemas são consolidados no mercado em meados da década de 80.

A década de 90 apresentou novos sistemas integrados, que surgem da própria evolução dos sistemas MRP/MRPII. Os sistemas denominados *Enterprise Resource Planning* – ERP aumentaram a abrangência do sistema para além da área da produção, interligando as funções de outras áreas importantes da empresa, como a área administrativa, contabilidade, finanças, engenharia, vendas, distribuição, gestão de projectos, etc., ou seja, integrando as áreas funcionais duma empresa numa única base de dados, gerida por um único sistema.

Se, por um lado, o modelo ERP proporciona uma ferramenta integrada e consistente para o planeamento e controlo da produção, entre outras áreas, por outro, a sua lógica de capacidade infinita de recursos e de tempo de produção - *lead times*

fixos - (como já acontecia, aliás, nos sistemas MRP e MRP II), não permite uma programação detalhada da produção, actividade crítica em muitas empresas.

Face à necessidade de uma ferramenta mais eficaz para programação detalhada da produção, surgiram os sistemas APS (*Advanced Planning Scheduling*), que trabalham com capacidade finita dos recursos, além de incluírem outras restrições presentes no ambiente produtivo, assegurando por isso, uma programação mais realista.

Os sistemas APS compreendem aplicações de apoio à decisão nos níveis operacional e tático, utilizando técnicas avançadas de programação para otimizar o planeamento da produção. Pelo facto de utilizarem algoritmos de optimização, que respeitam restrições (nomeadamente de recursos e prazos) e metas pré-definidas, são capazes de gerar um planeamento e programação da produção em tempo real, apresentando simulações possíveis de cenários em poucos minutos, de acordo com critérios previamente seleccionados. Assim, auxiliam a tomada de decisão na gestão da produção, diminuindo os custos e aumentando o lucro das empresas, além de proporcionarem um melhor suporte a todos os intervenientes na cadeia produtiva.

1.1 Objectivos do trabalho

O trabalho apresentado neste documento resulta de um período de estágio académico realizado na empresa Softi9, cuja actividade consiste no desenvolvimento de sistemas de informação orientados para a gestão empresarial, mais especificamente da produção, e que mantém uma parceria com a Universidade de Aveiro no sentido de potenciar a inserção de alunos no ambiente empresarial.

O presente trabalho tem como objectivo principal apresentar uma análise das funcionalidades oferecidas pelos sistemas APS, e em especial do sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS®, desenvolvido e comercializado pela Softi9.

A fim de concretizar este objectivo foram traçados objectivos específicos a atingir durante o trabalho de estágio, que se enumeram a seguir:

- Adquirir conhecimento sobre a empresa, a sua área de actuação e envolvente externa, procedimentos operacionais e sistemas desenvolvidos;
- Adquirir e solidificar conhecimentos na área da gestão da produção e sistemas de informação para a gestão da produção, através da revisão da literatura existente;

- Desenvolver competências na análise e utilização de sistemas APS e em especial no sistema Izaro APS®;
- Apoiar a equipa da Softi9 no desenvolvimento da nova versão do sistema Izaro APS®.

Para finalizar, pretende-se que este trabalho apresente uma contribuição para o aprofundamento das características e funcionalidades oferecidas pelos sistemas APS, que possa servir as comunidades empresarial e científica com interesse neste tipo de sistemas.

1.2 Estrutura do Trabalho

O presente documento foi dividido em cinco capítulos, estruturados no sentido de apresentar o estudo e trabalho realizado durante o estágio académico.

Assim, no primeiro capítulo é feita uma introdução, em que se apresenta o contexto que serviu de base à definição do tema deste trabalho e a motivação que conduziu à pesquisa e trabalho desenvolvidos.

O segundo capítulo apresenta a revisão da literatura sobre os conceitos e temáticas mais importantes na área da gestão da produção, assim como dos sistemas de informação orientados para a gestão da produção.

No terceiro capítulo é apresentada uma descrição da empresa onde foi realizado o estágio académico, com especial incidência nos sistemas de gestão empresarial e gestão da produção por esta desenvolvidos.

No quarto capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada no trabalho de estágio e faz-se uma breve descrição das actividades definidas nesse contexto e da sua concretização. É dado particular relevo à descrição das actividades relacionadas com a análise funcional e concepção e realização de testes da nova versão do sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS®, uma vez que estas foram determinantes para a concretização dos objectivos deste trabalho.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas com o trabalho realizado.

Por fim, apresenta-se a bibliografia referente ao trabalho realizado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A Gestão da Produção

2.1.1 Perspectiva Histórica

Segundo uma perspectiva organizacional, a gestão da produção pode ser resumida de maneira simples e objectiva como “*a gestão de recursos directos necessários à produção de bens e serviços de uma empresa*”, conforme proposto em Davis, Aquilano e Chase (2001). Este conceito fundamenta o ciclo produtivo que se desenvolveu ao longo da História, onde, entre os anos de 1600 e 1700, a produção de bens era desempenhada por artesãos que, através de processos pouco estruturados, dominavam todo o ciclo de produção, ou seja, vendiam, desenvolviam técnicas de produção, escolhiam o material a ser utilizado, fabricavam o produto e entregavam-no ao cliente. Eram capazes de realizar obras de média e grande complexidade, com um elevado grau de personalização, adicionando inúmeros detalhes solicitados pelo cliente. Com estas características, o número de variações no bem ou serviço era praticamente ilimitado.

Contudo, após a Revolução Industrial no século XVIII, iniciou-se uma época de grande evolução tecnológica, apoiada em grande parte, pela utilização do carvão como fonte energética geradora de progresso. Com o objectivo de aumentar a produção, reduzir os custos, melhorar os meios de transporte e facilitar a comunicação entre as pessoas, estudiosos de todo mundo produziram importantes inventos que muito contribuíram para o desenvolvimento social, ao mesmo tempo que criaram a necessidade de mecanizar o trabalho para produzir bens em série. Invenções como a máquina a vapor, o tear hidráulico, a bateria, o telégrafo, o telefone, a lâmpada eléctrica e o primeiro motor a gasolina foram essenciais para o grande salto que a humanidade deu em termos de crescimento social.

Foi, no entanto, no final do século XIX que surgiram nos Estados Unidos os trabalhos de Frederick W. Taylor, o “pai” da Administração Científica, assim considerado por ter sido o primeiro a sistematizar o conceito de produtividade, procurando métodos de trabalho mais eficientes e melhores processos de produção. As suas teses foram, sem dúvida, um marco na gestão da produção, pois ressaltavam a equação melhoria de produtividade versus menor custo, até hoje elemento basilar e tema central em empresas de qualquer segmento da produção.

O início do século XX marcou a produção em massa, com a criação de Henry Ford do primeiro carro, dentro do conceito de produção em série, o que favoreceu o fabrico de grandes volumes de produtos extremamente padronizados e com

baixíssima variação nos produtos finais. Como consequência, novos conceitos foram adoptados na gestão da produção, tais como a criação de postos de trabalho, a formação de stocks em determinadas fases do processo produtivo, a disposição física das etapas de fabrico, com o balanceamento e o processo de linhas de produção, a motivação da força de trabalho, a manutenção preventiva, a introdução de conceitos de controlo de qualidade e a geração de fluxogramas dos processos produtivos.

O conceito de produção em massa e as técnicas produtivas dele decorrentes predominaram nas fábricas até meados da década de 60, quando começou a ocorrer o desequilíbrio entre a oferta e a procura, causado pelo crescimento da concorrência entre empresas e mais recentemente pelos efeitos da globalização da economia, fazendo com que o cliente tenha uma muito maior possibilidade de escolha de produtos.

Este facto fez com que as empresas repensassem a produção de uma forma discreta, pois com a oferta a ultrapassar a procura, os volumes produzidos não poderiam ser os mesmos de antes. Neste contexto, começam a surgir novas técnicas produtivas, que mais tarde viriam caracterizar um modelo produtivo mais dinâmico e diferenciado.

A procura da satisfação do cliente, hoje ponto forte no contexto do mundo globalizado dos negócios, passou a ser a mola mestra a impulsionar as empresas a investir no desenvolvimento de novas ferramentas que garantam novas técnicas de produção cada vez mais eficazes e fiáveis e que sejam também capazes de proporcionar uma maior produtividade.

Esta alteração na relação do fabricante com o consumidor gerou mudanças significativas na produção actual, como o aumento da variedade de produtos produzidos, a alteração frequente no projecto das peças e a diminuição dos stocks em determinadas fases do processo produtivo. Essas mudanças requerem um modelo de produção mais flexível, apresentando baixos volumes de produção de um mesmo produto. A produção em pequenos lotes requer sistemas de produção com uma flexibilidade relativamente alta, não apenas nos recursos, mas também na tomada de decisões de projecto, planeamento, agendamento, manipulação de materiais e gestão da informação.

Para Courtois, Pillet e Martin (1997) “[...] a oferta excedentária cria uma concorrência severa entre empresas perante clientes cada vez mais exigentes”. Estes autores destacam ainda que a exigência de competitividade implica que as empresas necessitem de:

- Optimização de custos;
- Um nível de qualidade inquestionável;

- Cumprir prazos de entrega curtos;
- Pequenas séries de produção personalizadas;
- Renovação de produtos cuja vida útil é encurtada;
- Adaptação à evolução dos produtos e das técnicas de produção.

São, portanto, estes os novos desafios da gestão da produção do mundo competitivo de negócios da actualidade.

2.1.2 A Função Produção

A produção de bens numa indústria é o resultado da transformação física de matérias-primas, por meio da utilização de mão-de-obra capacitada e motivada, energia, tecnologia competitiva, instalações, máquinas e equipamentos. A organização de todos esses factores é indispensável para a entrega ao consumidor do produto pedido, na quantidade correcta, no local devido, no momento definido e com o custo certo.

Dessa forma, um planeamento eficaz da produção é imprescindível à sobrevivência de uma empresa. O mercado não deseja apenas produtos de qualidade, mas com preços competitivos e com os menores prazos de entrega.

As decisões de planeamento dentro da função produção, segundo Pedroso e Corrêa (1996), *"[...] ocorrem em diferentes horizontes de tempo e períodos de re-planeamento, bem como consideram diferentes níveis de agregação de informação"*. De acordo com a mesma fonte, estes diferentes níveis de decisão, representados na Figura 2.1, são classificados como:

- **Planeamento Estratégico** – É direccionado para a escolha de linhas de produtos, localização de novas fábricas, projecto de processos produtivos, entre outros. As suas funções estão relacionadas com as políticas organizacionais e envolvem horizontes de longo prazo e consequentemente elevados graus de risco e incerteza. Neste nível é elaborado o plano de produção;
- **Planeamento Tático ou Agregado** - tem como objectivo principal, minimizar os custos associados à produção e distribuição dos produtos, respeitando as restrições de capacidade, stocks, pessoal e finanças. Ocorre no nível da fábrica envolvendo o médio prazo e grau de risco

moderado. Neste nível é elaborado o Plano Director de Produção (PDP) (*“Master Production Scheduling”* (MPS));

- **Planeamento Operacional** - ocorre nas operações produtivas, envolve o curto prazo e riscos relativamente baixos. Como exemplos de actividades relacionadas, podem ser citadas a definição de carga e a programação da produção.

2.1.3 Planeamento e Controlo da Produção (PCP)

É com o Planeamento e Controlo da Produção (PCP) que são tomadas as decisões cruciais no sentido de se dar início ao processo de fabrico e garantir que o produto final esteja concluído no prazo estabelecido.

Segundo a perspectiva de Olhager e Wikner (2000), *“O sistema de planeamento e controlo pode ser a ligação primária entre o nível estratégico e os níveis mais baixos, fornecendo um esquema que permita converter a intenção estratégica em planos táticos e operacionais concretos”*.

Segundo Tubino (2000), as tarefas do PCP estão distribuídas em cada um dos três níveis hierárquicos de decisão da gestão da produção. No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa na formulação do planeamento estratégico de produção, gerando um Plano de Produção. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o planeamento director de produção, obtendo o Plano Director de Produção (PDP). No nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a programação da produção gerindo stocks, sequenciamento, emitindo e encaminhando as ordens de compra, fabrico e montagem, bem como executa o acompanhamento e controlo da produção.

O relacionamento das actividades do PCP com os diferentes níveis de decisão da gestão da produção é apresentado na Figura 2.1.



Figura 2.1 - Actividades do PCP relacionadas com os níveis de planeamento e decisão da função produção (Zattar, 2004).

As principais funções do PCP são o planeamento dos materiais e da capacidade produtiva da empresa, que considera o total das horas de trabalho, e o controlo da produção e da produtividade. Para isso é necessária uma interacção com outras áreas da empresa ligadas à área da produção: vendas, concepção de produtos e gestão de stocks.

Relativamente à interacção do PCP com outros sectores organizacionais, Zaccarelli (1979), define o PCP como “*um conjunto de funções inter-relacionais que têm como objectivo comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais sectores administrativos da empresa*”.

Starbek e Grun (2000) consideram que o conceito de Planeamento e Controlo de Produção pode decompor-se em duas importantes actividades, sendo que em relação à primeira, o *Planeamento da Produção*, consiste no:

- Planeamento das necessidades primárias;
- Planeamento das necessidades de materiais;
- Fluxo de ordens de fabrico;
- Nivelamento de recursos.

A segunda actividade, o *Controlo da Produção*, consiste no:

- Lançamento de ordens;
- Conclusão precisa das ordens;
- Monitorização e controlo da produção.

Existem factores que são determinantes para a estrutura do PCP, sendo que esta se tornará mais complexa à medida que as exigências de precisão no planeamento e controlo da produção se tornarem maiores. Produtos compostos por muitos conjuntos, subconjuntos e peças, assim como processos complexos, aumentam a estrutura do PCP, pois criam a necessidade de contratação de equipas com capacidade para o trabalho de programação de materiais, o que também aumenta bastante os custos.

Outro factor importante é a diversificação dos produtos. Um grande número de produtos diferentes exigirá uma maior estrutura do PCP. Assim, no planeamento, a diversificação de materiais, processos ou equipamentos terá de ser considerada. Já em relação à padronização de produtos, por dispensar medidas especiais como o fabrico por encomenda ou sob medida, torna o PCP menos trabalhoso e mais simplificado.

A dimensão do negócio deverá ser outro elemento a considerar na estruturação do PCP, pois grandes organizações necessitam de grandes estruturas de PCP enquanto pequenas organizações devem ter pequenas estruturas dessa função.

2.1.4 O Planeamento Estratégico e o Plano de Produção

Conforme descrito em Pontes (2009), o planeamento da produção inicia-se com a elaboração do *Planeamento Estratégico* da empresa. A partir da definição da visão de futuro, dentro de uma perspectiva do que se deseja atingir num determinado tempo, com base nos princípios da organização e após a análise ambiental externa e interna, são definidos, em sequência, as estratégias, os objectivos estratégicos, os objectivos sectoriais, os projectos e acções para a organização (cf. Figura 2.2).

É necessário que o *nível estratégico* do planeamento comece a partir da definição da missão da empresa, estabelecendo a direcção a seguir para alcançar os objectivos estratégicos. São tomadas decisões de alto nível, em que são definidas as metas globais da empresa e as políticas adequadas para as atingir, contemplando os objectivos de longo prazo da empresa.

Devem definir-se ainda as situações favoráveis no mercado a aproveitar, bem como antever as potenciais ameaças para minimizá-las. Por fim, identifica-se que características da empresa devem ser potenciadas e que pontos fracos devem ser eliminados.

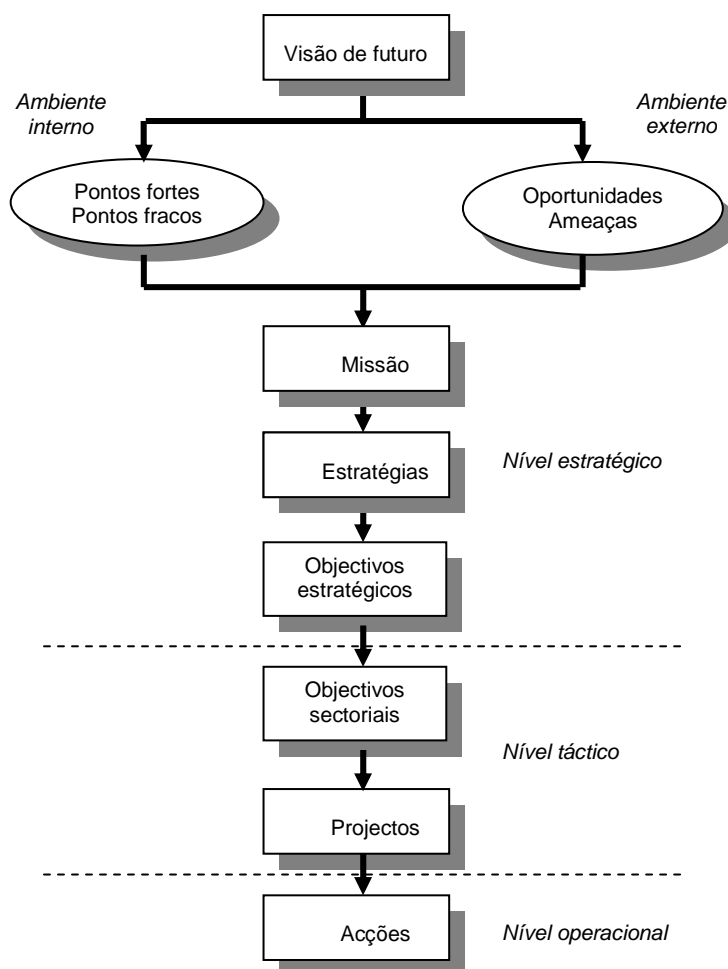


Figura 2.2 - Níveis de Planeamento da função Produção (Pontes, 2009).

Como consequência do planeamento estratégico é elaborado um plano de longo prazo, também designado de plano de produção.

O plano de produção baseia-se em informação proveniente das previsões de vendas, muitas vezes baseadas no histórico de vendas, e na carteira de encomendas. O agrupamento da informação é feito com base nas famílias de produtos e medido através de unidades financeiras. O seu horizonte de planeamento pode variar de meses a trimestres e pode abranger, conforme a empresa, um ou mais anos.

2.1.5 O Planeamento Tático e o Plano Director de Produção

O nível tático do planeamento consiste no desdobramento dos objectivos estratégicos em *objectivos sectoriais* e em *projectos*, envolvendo todas as áreas da empresa. O nível operacional é definido a partir do desdobramento dos projectos. O planeamento tático é responsável pela utilização eficiente dos recursos disponíveis a

fim de cumprir as metas determinadas no planeamento estratégico. O seu principal objectivo é a utilização eficiente de recursos para atender à procura, considerando os custos envolvidos. É um planeamento de médio prazo.

De acordo com Corrêia (2006), o Plano Director de Produção (PDP) é o processo responsável pela aplicação dos planos de produção, feita através de uma integração entre o planeamento estratégico e os demais planos funcionais da empresa. Sendo um desdobramento do PCP, este detalha todo o processo de produção, analisando as quantidades planeadas com base na procura e nos recursos presentes e futuros, fornecendo uma gestão detalhada dos materiais e da capacidade disponíveis.

O PDP é uma ferramenta muito importante no processo de tomada de decisões, pois permite uma melhor utilização dos stocks, controlo de horas-extras e de subcontratações, gestão adequada da procura, controlo do *lead time*, e adequação real entre a capacidade de atendimento e a quantidade de encomendas.

O PDP define quais quantidades que deverão ser produzidas por linha de produtos, no sentido de alimentar o orçamento empresarial. Essas definições dependem do volume dos stocks de produtos acabados.

A seguir, a área de projectos da organização deve determinar que tecnologias, próprias ou de terceiros, devem ser utilizadas, de modo a garantir a competitividade dos produtos. Nesse momento, é definido o modo como se vai produzir e é responsabilidade da área financeira consolidar os dados de vendas, produção e projectos, em função do que consta no orçamento da empresa.

2.1.6 O Planeamento Operacional e a Programação da Produção

O planeamento operacional trata das decisões rotineiras, e tem como função executar os planos pré-definidos, ou seja, faz a programação detalhada da produção, que consiste em ordenar os pedidos nos centros de trabalho, gerir os stocks, fazer o controlo de qualidade, comprar componentes e matéria-prima e programar a produção e a distribuição. O planeamento operacional tem como característica a tomada de decisões de curto prazo.

Este processo é feito a partir dos pedidos de clientes (produtos sob medida) ou de previsões de vendas (produtos padronizados). O PCP elabora uma programação da produção, que consiste na programação dos materiais e da capacidade exigida. O fluxo de informação que é necessário a esta programação é ilustrado na Figura 2.3.

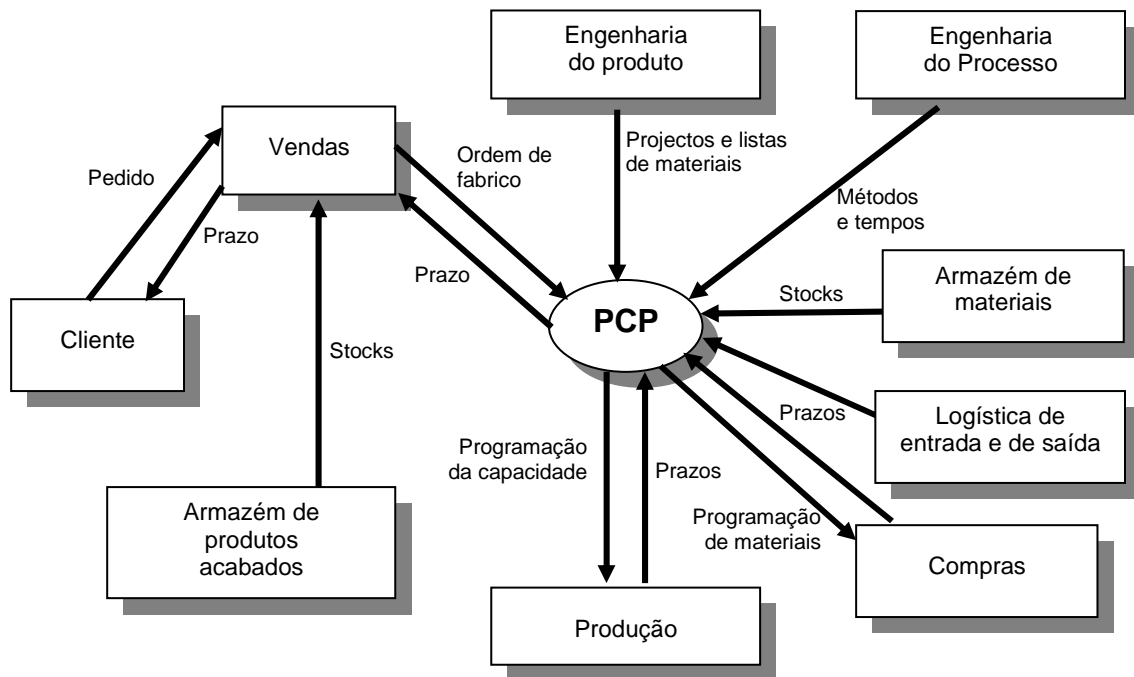


Figura 2.3 - Fluxo de informação referente ao Planeamento Operacional (Pontes, 2009).

Conforme apresentado na Figura 2.3, o departamento de Vendas verifica a disponibilidade do produto com base na encomenda do cliente. Caso não exista o produto para atendimento ao cliente, o departamento de Vendas emite uma Ordem de Fabrico (OF) para o PCP, que, a partir desse comando, pede informações à Engenharia do Produto sobre projectos e relações de materiais; à Engenharia do Processo, sobre métodos e tempos padrões; ao Armazém, sobre a quantidade de stocks de matérias-primas; ao departamento de Compras, sobre o prazo de fornecimento de materiais; ao sector de Logística, sobre o processo de distribuição; e à Produção, sobre os prazos para fabrico dos produtos. Após a análise desses prazos, informa o Sector de Vendas sobre o prazo de atendimento da ordem de fabrico que, por sua vez, transmite a informação ao cliente. Por fim, o PCP informa o sector de Compras sobre a programação dos materiais a ser adquiridos, e a Produção sobre a programação da capacidade, representada pelo número de horas de trabalho requeridas para o atendimento daquele pedido.

Porém, a importância do PCP vai para além da troca de informação entre os diversos níveis da função produção. O planeamento e controlo da produção requer a sincronização entre o fornecimento e a procura, além do controlo real da capacidade produtiva. Para que esta interacção ocorra, várias actividades devem trabalhar em

simultâneo: programação, carregamento, sequenciamento e controlo da produção. Estas actividades serão descritas em mais pormenor na secção 2.1.7.

2.1.7 Factores de decisão no Planeamento e Controlo da Produção

Segundo Slack (1997), as decisões a serem tomadas no PCP devem ter em conta a adequação entre a produção e a procura, no sentido de que, dentro da disponibilidade de recursos, a produção ocorra na quantidade adequada, no tempo devido e com a qualidade desejada. Dessa forma, torna-se necessário considerar três actividades na tomada de decisões, sendo determinantes para viabilizar o PCP de uma organização:

- Carregamento
- Sequenciamento
- Programação

Carregamento

Esta actividade do PCP estabelece o volume de produção que pode ser alocado a cada unidade produtiva (máquina, funcionário, centro de trabalho homogéneo). Existem dois tipos de carregamento: o *Carregamento Finito* e o *Carregamento Infinito*.

O **Carregamento Finito** é caracterizado pela definição de um limite pré-estabelecido, baseado nos tempos disponíveis de carga, determinando a capacidade de trabalho da unidade de produção. Esse limite pode ser definido por variáveis como horas de trabalho, número de operários, quantidade de máquinas, potência dos equipamentos, etc.

O **Carregamento Infinito** é caracterizado pela não existência de um limite do trabalho a ser executado na unidade de produção. Nesse caso, a prática adoptada é a de tentar atender a todo o trabalho determinado a mesma.

Sequenciamento

Independentemente do tipo de carregamento (finito ou infinito), existe a necessidade de tomada de decisões sobre a sequência em que as tarefas serão

executadas. O sequenciamento, considerado uma das actividades mais complexas no PCP, é a fase da elaboração de um escalonamento da produção, em que se define o início, o meio e o fim de cada processo produtivo, ordenando cada fase do sistema produtivo e determinando a ordem em que as tarefas serão executadas. Ou seja, determina-se a prioridade de fabrico dentro de uma escolha mais adequada de sequência.

Esse escalonamento, quando bem elaborado, garante o grau de eficiência produtiva da empresa. Entre as vantagens, destacam-se a redução dos stocks, a melhoria no atendimento dos prazos de entrega e a diminuição dos problemas de fornecimento de matéria-prima ou produtos acabados no sector de produção. De acordo com Tubino (2000), o sequenciamento pode ser classificado em:

- **Sequenciamento nos processos contínuos** - os processos são identificados individualmente, existindo uma total dependência entre os produtos e os processos. Caracteriza-se pela produção de poucos itens.
- **Sequenciamento nos processos repetitivos em massa** – utiliza-se em processos usados no fabrico em grande escala de produtos extremamente padronizados. De uma forma geral, está associado a projectos de maior prazo de execução, com grandes necessidades de produção, em que se opera com o máximo de padronização de componentes na fase inicial, com diferenciações na composição somente na montagem final do produto. Esse tipo de sequenciamento garante uma elevada taxa de produção.
- **Sequenciamento nos processos repetitivos em lote** - caracteriza-se por um volume médio de produtos padronizados em lotes. A questão do sequenciamento em processos repetitivos em lotes pode ser analisada sob dois aspectos: a escolha da ordem a ser processada entre uma lista de ordens de fabrico e a escolha do recurso a ser utilizado entre uma lista de recursos disponíveis.

Regras de Sequenciamento

É necessário estabelecer um conjunto de regras para dar uma resposta eficaz às ordens de fabrico. Nesse sentido, as decisões devem ser tomadas no intuito de elaborar um escalonamento de tarefas a executar em todos os sectores da empresa ligados à produção. Entre as regras já consagradas, Tubino (2000) considera as seguintes:

- **Regras estáticas** – regras que independentemente de alterações no sistema produtivo, não mudam as prioridades pré-definidas;
- **Regras dinâmicas** – ao contrário das regras estáticas, as regras dinâmicas seguem as mudanças no sistema produtivo, alterando as prioridades;
- **Regras locais** – consideram apenas o que foi estabelecido inicialmente na ordem de fabrico;
- **Regras globais** – têm em consideração a informação dos outros recursos, principalmente aquele que o antecedeu ou sucedeu para a definição de prioridades;
- **Regras de prioridades simples** – baseiam-se numa característica específica do trabalho a ser executado;
- **Regras com índices ponderados** – adoptam diferentes acções para regras simples, elaborando um índice composto que define as prioridades;
- **Regras heurísticas sofisticadas** – incorporam informação não relacionada directamente com o trabalho específico, tendo em conta outras possibilidades, como a de carregar antecipadamente o recurso, procurar rotas alternativas, evitar problemas de sobrecarga, etc.

Programação

A programação da produção consiste em atribuir um cronograma de actividades mais detalhado a algumas operações, após o sequenciamento da produção ter ocorrido.

De acordo com Slack (1997), programações “...são *declarações de volume e horários (ou datas) familiares em muitos ambientes. Ao contrário do que se possa pensar, a actividade de programação é uma das actividades mais complexas na gestão da produção...*”. Isso acontece, uma vez que os programadores têm que considerar diferentes recursos em simultâneo: postos de trabalho, operadores, tempo, processos diversos e outras variáveis.

Entre os tipos de programação existentes, serão apresentados alguns dos tipos mais utilizados, que correspondem à *Programação para a Frente*, *Programação para Trás*, *Programação Empurrada (Push Production)* e *Programação Puxada (Pull Production)*.

Segundo o mesmo autor, a *Programação para Frente* e a *Programação para Trás* podem ser definidas como:

- **A Programação para a Frente** inicia o trabalho a partir do momento em que este chega (ou seja, emitida a ordem de fabrico). Apresenta como vantagens a elevada utilização do pessoal e uma programação mais flexível;
- **A Programação para Trás** inicia o trabalho no último momento possível sem que incorra em atraso, tomando por base o tempo de aprovisionamento do produto. Apresenta como vantagens um custo mais baixo de materiais, uma menor exposição ao risco no caso de aletração da ordem de fabrico pelo cliente e tende a focar a operação nas datas prometidas ao cliente.

De acordo com Moura (1999), a *Programação Empurrada (Push Production)* e a *Programação Puxada (Pull Production)* podem ser definidas como:

- **Programação Empurrada (Push Production)** – cada posto de trabalho empurra a ordem de fabrico sem ter em consideração a situação do posto de trabalho seguinte. Apresenta como vantagens a previsibilidade da programação e carga das máquinas. Quando não é bem coordenada, gera tempo livre, stocks e filas de espera;
- **Programação Puxada (Pull Production)** – a sequência e as especificações do que é produzido são estabelecidos pelo posto de trabalho seguinte "consumidor", que "puxa" ou solicita o trabalho do posto de trabalho anterior "fornecedor". Se uma requisição não é passada para trás pelo consumidor, o fornecedor não é autorizado a produzir nada. Apresenta vantagens como minimização de flutuação de stocks em processo, redução do "lead time" da produção e redução dos defeitos.

A Programação Empurrada (*Push Production*) é frequentemente utilizada em alguns sistemas de gestão da produção como os MRP, MRPII e ERP. Já a

Programação Puxada (*Pull Production*) é frequentemente utilizada na técnica de Gestão da Produção *Just in Time* (JIT).

Como se pode verificar, a tomada de decisão corresponde a um processo complexo no PCP, pois engloba muitas variáveis e actividades que precisam de ser equilibradas no intuito de atingir metas vitais para a gestão da produção de qualquer organização que opere no mercado actual, como produzir na quantidade certa, no tempo certo e com a qualidade adequada.

Assim, as empresas estão cada vez mais a procurar ferramentas que as possam auxiliar na tomada de decisão, a fim de conseguirem obter resultados de produção positivos e processos mais estruturados, fazendo surgir um grande leque de soluções informáticas orientadas para o planeamento e controlo da produção.

2.2 Sistemas de Gestão da Produção

2.2.1 Perspectiva Histórica

O desenvolvimento da tecnologia ocorrido após a Segunda Guerra propiciou um grande salto na economia mundial e permitiu uma evolução significativa na forma de trabalho das empresas e dos negócios. Em especial, o crescimento e utilização das Tecnologias da Informação romperam fronteiras e impulsionaram o desenvolvimento de sistemas orientados para a gestão da produção, incentivado pela crescente procura de bens e serviços, originada pelos tempos de prosperidade do mundo pós-guerra, depois da recuperação gradual e reestruturação dos países desenvolvidos.

A procura de recursos que pudessem enfrentar a concorrência imposta por esse novo fenómeno de consumo foi responsável pelo desenvolvimento de sistemas de informação orientados para o Planeamento e Controlo da Produção (PCP), que transformaram o processo de fabrico, tornando-o mais ágil e produtivo.

Podem ser definidos como *Sistemas de Gestão da Produção*, aqueles que colaboram no processo de tomada de decisão nos níveis operacional e tático do planeamento e controlo da produção. Estes sistemas são de grande utilidade na resolução de questões básicas, presentes em todos os tipos de ambientes produtivos. A Figura 2.4 apresenta uma visão genérica da evolução histórica deste tipo de sistemas.

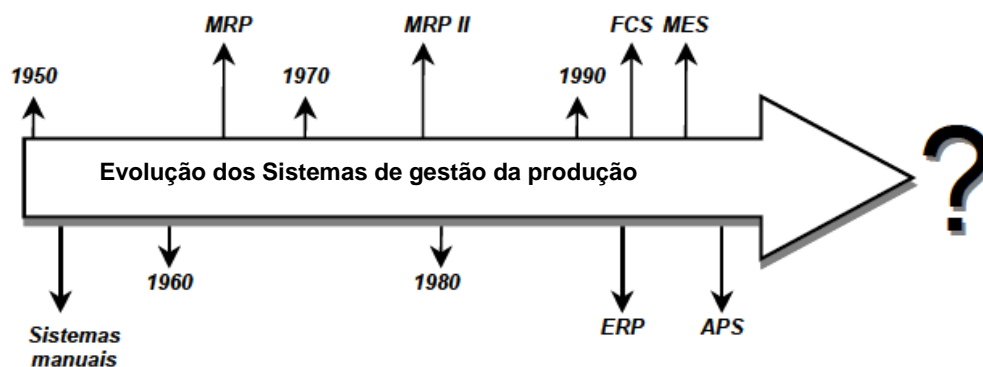


Figura 2.4 - Evolução dos Sistemas de gestão da produção (Little, Peck, Rollins e Porter, 2000).

Algumas destas ferramentas de gestão da produção serão abordadas nas secções seguintes deste capítulo, num critério de apresentação por ordem cronológica de desenvolvimento e por grau de evolução tecnológica. Serão apresentadas ainda algumas definições técnicas e informação sobre a utilização dos respectivos sistemas.

2.2.2 Material Requirements Planning (MRP)

Até a década de 1960, o sistema de produção baseava-se na utilização de métodos tradicionais de controlo do fluxo de materiais, que consistiam basicamente em fazer a reposição dos stocks de matéria-prima e das peças mais usadas, bem como emitir e controlar, junto dos fornecedores, os pedidos de componentes específicos para suprir as necessidades do sector da produção.

Entretanto, a diversificação cada vez maior dos produtos e a complexidade crescente do ambiente industrial tornaram o sistema de produção tradicional improdutivo e inadequado, gerando atrasos, perdas financeiras e quebras de compromissos na entrega dos produtos. Já na década de 1970, os avanços tecnológicos na área da informática favoreceram o surgimento de máquinas mais potentes e o desenvolvimento de sistemas, inicialmente voltados para a área financeira, e depois para o sector produtivo.

Neste contexto surgiu o MRP (*Material Requirements Planning*), um sistema de planeamento e controlo das necessidades de materiais que proporcionou uma redução nos custos da produção ao permitir a manutenção de níveis de stocks adequados ao ritmo da produção. Além de diminuir os níveis de stocks, o MRP também tornou possível um maior controlo dos prazos de fabrico, da gestão de materiais e do atendimento dos pedidos.

O sistema MRP foi inicialmente implementado em computadores conhecidos como *mainframes*, que trabalhavam com máquinas perfuradoras de cartões ligadas às CPU, o que limitava o seu desempenho devido à baixa capacidade de memória e ao alto tempo de processamento. O seu sistema de planeamento baseava-se em três questões (o que produzir e comprar, quanto produzir e comprar, e quando produzir e comprar), programando as actividades básicas de produção ligadas às operações do sector fabril, sem interacção com as outras áreas importantes da empresa.

Segundo Carravilla (1999), os dados utilizados num sistema MRP provêm de três fontes distintas:

- Do Plano Director de Produção (PDP), que fornece informações sobre o que produzir, quando produzir e quanto produzir. Esse plano de produção é alcançado através de previsões de vendas e encomendas firmes, além da definição do horizonte de tempo do planeamento, a fim de abranger todos os componentes integrantes nos produtos finais.
- Dos stocks, apresentando informação sobre a existência de componentes disponíveis em armazém, bem como as necessidades brutas, as recepções programadas, o início das encomendas / ordens de fabrico dos produtos, o tamanho dos lotes, o *lead time*, os níveis de stock de segurança, os níveis limite de produtos defeituosos e as alterações diárias na programação.
- Da estrutura do produto, que corresponde ao BOM (*Bill of Materials*), ou seja, a explosão dos produtos da linha de produção nos níveis dos componentes, subcomponentes e peças. Os dados disponibilizados ao MRP são os referentes a cada componente ou grupo necessário para a produção de produtos finais, além de se definir, através da necessidade do produto, as necessidades dos componentes.

De acordo com o mesmo autor, os dados de entrada no sistema MRP, provenientes das três fontes acima enumeradas, são convertidos em informação de grande interesse para a gestão da produção.

Assim, para o planeamento (Plano Director da Produção), é possível obter conclusões da simulação de um Plano Director da Produção e informação referente a encomendas por satisfazer. Para a gestão, a informação apresentada é convertida em índices de performance para o acompanhamento da produção. Por fim, para as áreas

de compras e produção é disponibilizada informação referente a confirmação das ordens de fabrico.

Existem alguns factores que determinam o modo de operação de um sistema como o MRP. O primeiro é a definição do tempo de aprovisionamento, ou *lead time*, que consiste no cálculo do tempo necessário para o fabrico de um produto, tomando-se como base o ponto em que a ordem de compra ou fabrico foi criada até ao momento em que o produto fica pronto para atendimento dessa ordem. Nesse cálculo são consideradas variáveis como o tempo de emissão e tramitação da ordem ou encomenda, o tempo de transporte de materiais, o tempo de espera para processamento, o tempo de montagem, a inspecção da qualidade e embalagem, além de outras variáveis que são acrescentadas ao *lead time* através de cálculos empíricos que têm em consideração critérios como o grau de complexidade de cada componente, características de alguns fornecedores, e estatísticas como média e desvio padrão associados à produção e aos stocks.

Porém, o facto de o MRP considerar o *lead time* como um atributo do produto e não da ordem de fabrico implica que, independentemente do tamanho duma ordem de fabrico, o sistema utiliza sempre um valor fixo de *lead time*. Esta lógica não corresponde, na prática, à realidade dos sistemas produtivos.

Outros factores considerados são a criação de lotes de compra e fabrico, com a definição de tamanhos (lote máximo ou lote mínimo), e a definição de uma eficiente gestão de stocks, que garanta a rotatividade dos materiais comprados ou fabricados com quantidades mínimas para o atendimento dos produtos necessários à produção.

Em conclusão, apesar de um sistema MRP normalmente funcionar bem em vários sectores produtivos, existem problemas conceptuais no sistema que o impedem de atender produções mais complexas ou com maior necessidade de flexibilidade. Entre estes problemas destacam-se:

- *Lead time* estático, o *lead time* é considerado fixo em todas as operações;
- Planeamento com capacidade infinita, não há reconhecimento de sobrecargas nos recursos produtivos;
- Exigência de precisão na definição de parâmetros de operação do sistema.

No texto que se segue, enumeram-se algumas soluções de sistemas MRP ainda utilizados na indústria:

- O sistema “*MRP Plus*” da empresa Americana Horizon Software (2009);
- O sistema MRP da empresa Americana DBA Manufacturing (2009);
- O sistema MRP da empresa Americana Epicor Manufacturing Solutions (2009).

2.2.3 Manufacturing Resource Planning (MRP II)

Com a evolução contínua dos Sistemas e Tecnologias da Informação, observa-se que, a partir da década de 1980, o MRP (*Material Requirements Planning*) evoluiu do planeamento das necessidades de materiais para o MPR II (*Manufacturing Resource Planning*), ou seja, além do planeamento das necessidades de materiais agregou o planeamento dos demais recursos produtivos e financeiros para viabilizar o plano director de produção.

De acordo com Corrêa e Giansesi (1993), “o MRP II é um sistema hierárquico de gestão da produção, em que planos de longo prazo da produção, agregados, são sucessivamente detalhados até se chegar ao nível do planeamento de componentes e máquinas específicas”. O MPR II está estruturado de forma modular, possuindo diversos módulos que variam em especialização e número. No entanto, é possível afirmar-se que os módulos principais do MRP II são os seguintes:

- **Módulo de planeamento da produção** (*Production Planning*) - Este módulo visa auxiliar periodicamente a tomada de decisão dos gestores quanto aos níveis de stocks e produção. Devido à agregação e quantidade de dados detalhados, é usado para um planeamento de longo prazo.
- **Módulo de planeamento director da produção** (*Master Production Schedule* ou MPS) - Este módulo representa a desagregação em produtos individualizados do plano de produção agregado, e tem como objectivo auxiliar a decisão dos utilizadores quanto ao planeamento das quantidades de materiais de procura independente a produzir e níveis de stocks a ser mantidos.
- **Módulo de cálculo de necessidade de materiais** (*Material Requirements Planning* ou MRP) - A partir dos dados fornecidos pelo MPS, o MRP “explode” as necessidades de produtos em necessidades

de compras e de fabrico de materiais, com o objectivo de cumprir o plano director e minimizar a formação de stocks.

- **Módulo de cálculo de necessidade de capacidade** (*Capacity Requirements Planning* ou CRP) - O módulo CRP calcula, com base nos roteiros de produção, a capacidade necessária de cada centro produtivo, permitindo assim a identificação de tempo livre ou excesso de capacidade (no caso da necessidade calculada estar muito abaixo da capacidade disponível) e possíveis insuficiências (no caso das necessidades calculadas estarem acima da capacidade disponível de determinados recursos). Com base nestes dados, será elaborado um novo MPS ou serão alteradas algumas prioridades.
- **Módulo de controlo de fábrica** (*Shop Floor Control* ou SFC) - O módulo SFC é responsável pelo sequenciamento das ordens de fabrico nos centros produtivos e pelo controlo da produção, ao nível da unidade fabril. O SFC procura garantir as prioridades calculadas e fornecer o retorno do estado da produção para os demais módulos do MRP II.

Corrêa e Giansesi (1993) destacam ainda algumas das principais limitações do sistema MRP II:

- É um sistema em que a tomada de decisão é bastante centralizada, o que pode influenciar a capacidade de resolução local de problemas, além de não criar um ambiente adequado para o envolvimento e comprometimento da mão-de-obra na resolução de problemas;
- É um sistema de planeamento "infinito", ou seja, não considera as restrições de capacidade dos recursos;
- Os *lead times* dos produtos são dados de entrada no sistema e são considerados fixos para efeito de programação. Entretanto, como os *lead times* podem mudar em função da situação da fábrica, ou ainda de acordo com a situação das filas do sistema, os dados inicialmente definidos podem perder a validade;
- O MRP II parte das datas solicitadas de entrega de pedidos e calcula as necessidades de materiais para as cumprir, programando as actividades no tempo da frente para trás, com o objectivo de realizá-las sempre na

data mais tarde possível. Este procedimento torna o sistema mais susceptível a factores como atrasos, quebra de máquinas e problemas de qualidade.

De qualquer forma, o MRPII apresenta uma evolução considerável em relação ao MRP, alcançada pela própria evolução das tecnologias da informação, além da necessidade de um sistema que pudesse abranger mais aspectos da gestão da produção. Entre os factores positivos do sistema MRPII, salientam-se:

- A introdução do conceito de *procura dependente*, que consiste na necessidade de um produto encarada mediante a necessidade de outro produto, ou seja, a necessidade de um sub-produto que é dependente no processo produtivo de um produto final.
- O facto de ser a primeira implementação de um sistema de informação integrado, pondo à disposição informação da mesma base de dados para mais de um sector da empresa (produção, financeiro e marketing).

Das soluções MRPII ainda implementadas actualmente destacam-se:

- O sistema MRPII da empresa Americana Seradex (2009);
- O sistema MRPII “*Tuppas Manufacturing Resource Planning*” da empresa Americana Tuppas Software (2009).

2.2.4 Enterprise Resource Planning (ERP)

Até 1980, os sistemas não se integravam de uma forma completa, existindo diferentes sistemas com funções isoladas em diferentes áreas da empresa. A década de 1990 apresentou novos tipos de sistemas integrados, surgidos da própria evolução dos MRP / MRPII. Os sistemas denominados *Enterprise Resource Planning* – ERP, aumentaram a abrangência do sistema para além do sector da produção, interligando as funções de outras áreas importantes da empresa, como a área administrativa, contabilidade, finanças, engenharia, vendas, distribuição e gestão de projectos, correspondendo a um trabalho conjunto dentro do cenário de negócios da organização. Embora uma tentativa de integração total dos processos de uma empresa num único sistema já tivesse sido equacionada no MRPII, o desenvolvimento das tecnologias da informação não tinha atingido o nível necessário para tal, cabendo ao seu sucessor (ERP) essa função.

Os sistemas *Enterprise Resource Planning* ou sistemas ERP, sigla que em Português pode ser traduzida de forma quase literal como "*Planeamento dos Recursos da Empresa*", ou Sistemas Integrados de Gestão Empresarial (SIG), como são conhecidos, fornecem suporte a processos operacionais, financeiros, produtivos, administrativos e comerciais da empresa.

De acordo com Bingi, Sharma e Godla (1999), o ERP é um sistema de aplicações que foi concebido para integrar de forma global as diferentes áreas, os processos de gestão e a tomada de decisões de uma empresa, com capacidade de reunir e interligar todos os movimentos numa única base de dados (cf. Figura 2.5). Isso garante uma consistência dos dados, terminando-se divergências entre dados relativos a uma mesma informação fornecida por áreas diferentes da empresa, a partir da utilização de uma única base de dados. Porém, é de sublinhar que também é possível a implementação de módulos do sistema ERP noutras áreas da empresa, deixando a área produtiva a trabalhar com um sistema MRP II.

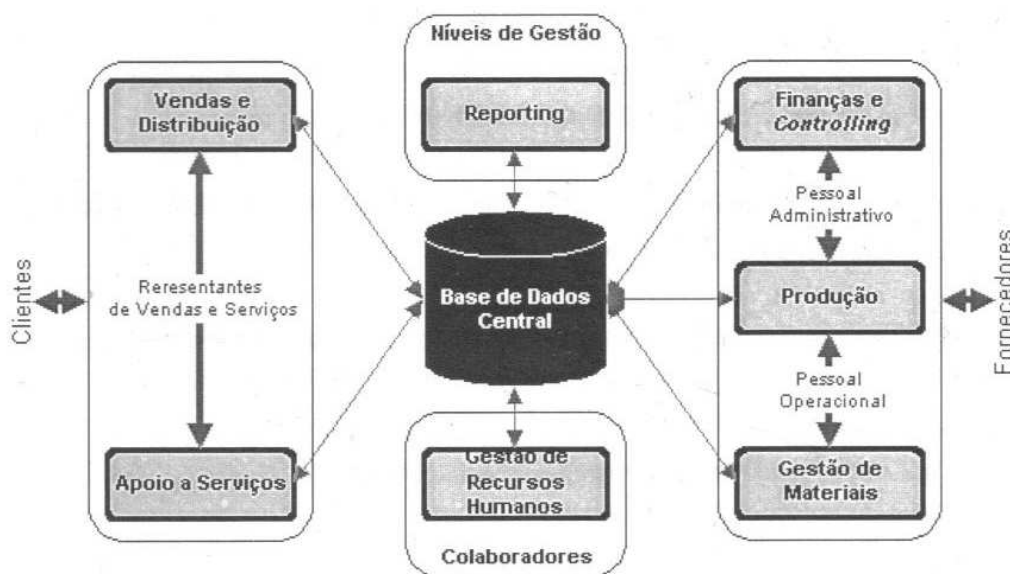


Figura 2.5 - Estrutura de um sistema ERP (Silva e Alves, 2001)

Vantagens dos Sistemas ERP

Os sistemas ERP apresentam como principais vantagens a possibilidade de padronização dos sistemas das diferentes áreas que compõem a cadeia produtiva da empresa, mesmo as geograficamente afastadas da sede. A interligação entre essas mesmas áreas é outro benefício, pois as actualizações ou correcções de problemas que causem impactos significativos na estrutura operacional da empresa podem ser resolvidos de uma só vez, diminuindo os custos, igualando os procedimentos, e

aumentando o desempenho geral da organização. Especificamente na área da produção, o ERP proporciona uma melhor gestão de pedidos e uma maior interacção com fornecedores.

A implementação dos sistemas ERP nas grandes empresas tem contribuído para a redução do tempo de atendimento, diminuição no tempo de elaboração de relatórios com cálculos financeiros importantes, melhoria na rotatividade dos stocks e aumento do lucro com a possibilidade de redução de mão-de-obra.

Riscos da Implementação de Sistemas ERP

Os principais problemas que podem ocorrer na implementação de um sistema ERP são a necessidade de adaptação da empresa ao sistema, devido às características genéricas da sua estrutura. Assim, não se pode descartar o risco de a empresa perder um pouco as suas características peculiares, que fazem com que esta se diferencie dos seus concorrentes, para se adaptar a uma solução genérica que o sistema oferece.

Existe também a possibilidade dessa adaptação ao sistema ter um custo elevado, acarretando ainda um maior tempo de implementação. Nesse sentido, a implementação de um sistema ERP e os impactos sobre as finanças e o negócio da empresa devem ser analisados com rigor.

Entre as várias soluções ERP actualmente existentes no mercado, destacam-se as seguintes:

- A SAP AG (2009), empresa Alemã líder no mercado de soluções ERP, comercializa o sistema integrado de gestão empresarial “*MySAP ERP*”;
- A Oracle Applications (2009), empresa Americana que apresenta a solução ERP “*Oracle E-Business Suite*”.
- O ERP “*Business Solutions Dynamics Navision*” da Microsoft (2009).

2.2.5 Manufacturing Execution Systems (MES)

O MES (*Manufacturing Execution System*) é um sistema de informação que interage directamente com a linha de produção, auxiliando a programação dos equipamentos da linha, ao mesmo tempo que visa fornecer dados aos gestores da produção a fim de contribuir na tomada de decisões ao nível estratégico e operacional, e consequentemente, melhorar a qualidade e a produtividade do trabalho realizado nas linhas de produção. Para isso, o MES recolhe dados ao nível do “chão de fábrica”

e gera informação que é armazenada em bases de dados e que pode ser sintetizada em diversos relatórios (Baljet, 1999). Ao mesmo tempo, o MES realiza a ligação entre o sistema de planeamento da produção, a alto nível, e o sistema de controlo dos equipamentos, a baixo nível (Chung e Jeng, 2002).

O sistema MES tem assim, como principal objectivo, obter e executar, através de programas que supervisionam todas as operações no chão de fábrica, informação no tempo exacto do comando, bem como captar informação do sistema da empresa para formatação de relatórios imprescindíveis à tarefa de tomada de decisão em qualquer área operacional. A partir desse objectivo geral, outros específicos deverão ser atingidos, tais como:

- Obter informação fiável e imediata sobre o volume de produtos produzidos;
- Ter condições para conferir os dados obtidos relativamente ao que estava previsto no planeamento;
- Detectar as causas de problemas como paragens de máquinas, falta de matéria-prima, incumprimento de prazos de atendimento de componentes comprados ou atrasos na disponibilização de componentes importados, demora no atendimento ao cliente por falta de material de embalagem, etc.

O MES pode trabalhar utilizando informação proveniente de um sistema ERP, como dados de encomendas, ordens, stocks, armazenagem, etc., integrados com as operações do sector produtivo.

Convém ressaltar que o MES confronta os dados obtidos do chão de fábrica com os dados do ERP, a fim de consolidar os relatórios gerados para a tomada de decisão adequada.

Vantagens do MES

Os principais benefícios que podem ser obtidos com a implementação de um MES são a redução dos desperdícios, como o excesso de produção e o longo tempo de espera na fila de produção, redução dos tempos de produção e do custo de mão-de-obra, melhoria na qualidade do produto, e mais condições para o controlo do processo de fabrico.

Estes sistemas também apresentam a capacidade de calcular índices, como os de consumo de energia e de água, comparando esses consumos com a quantidade de produtos que as linhas fabris conseguem produzir, determinando assim que unidades de fabrico da empresa conseguem operar com maior eficiência e menor custo.

É também possível estabelecer parâmetros comparativos relativamente ao ritmo de produção. O sistema MES permite o cálculo da velocidade de produção para cada linha de produção, comparando a velocidade planeada com a velocidade efectiva, podendo apresentar o cálculo da eficiência de cada linha, ao mostrar se esta está acima ou abaixo da meta de planeamento definida. Nessa mesma direcção, uma outra informação importante que o sistema pode apresentar é o ritmo de produtividade, mostrando se a produção está a melhorar ou piorar ao longo do tempo.

Outra vantagem é a disponibilidade imediata da programação da produção assim que o operador fornece ao sistema os dados do planeamento, o que facilita a comunicação do processo a todos os utilizadores ligados ao sector produtivo.

A ligação com o ERP é outra vantagem do MES. O sistema ainda disponibiliza uma interface que permite percorrer toda a cadeia produtiva em qualquer sentido, ou seja, a partir de um lote de material, é possível chegar-se a todos os componentes que foram utilizados na produção do produto, e vice-versa.

Como se pode observar, o MES é um sistema que fornece informação de grande utilidade para um bom planeamento dos níveis hierárquicos superiores do planeamento e controlo da produção, fazendo o controlo das actividades produtivas do nível operacional e disponibilizando a informação recolhida para que seja analisada da melhor forma pelos sistemas integrados de gestão, auxiliando assim o processo de tomada de decisão.

Como exemplos de sistemas MES, destacam-se:

- O “*SAP Manufacturing Execution*” da empresa Alemã SAP AG (2009).
- O “*Oracle MES for Discrete Manufacturing*” da empresa Americana Oracle Applications (2009);
- O “*SIMATIC IT MES*” da empresa Alemã Siemens AG (2009).

2.2.6 Finite Capacity Scheduling (FCS)

De acordo com Plenert e Kirchmier (2000), uma alternativa utilizada há algum tempo aos sistemas MRP/ERP são os sistemas denominados “*Finite Capacity Scheduling*” (FCS) ou Sistemas de Programação de Capacidade Finita, que são simuladores de produção em tempo contínuo e que permitem uma melhor definição da

programação das actividades, respeitando as precedências, disponibilidade de recursos e prioridades no sequenciamento das ordens.

Estes sistemas consideram a capacidade do sistema produtivo como restrição principal para a tomada de decisão, procurando garantir que a programação da produção seja viável. Trabalham com base na lógica de simulação, permitindo que:

- Seja criado um modelo do sistema produtivo;
- Sejam obtidas as condições reais do sistema produtivo;
- Sejam modelados parâmetros para a tomada de decisões.

Porém, os fabricantes de sistemas FCS começaram a deparar-se com novos modelos de produção, que apresentavam novos desafios como variáveis adicionais e restrições presentes nos processos produtivos, e que os tornava, na sua maioria, incapazes de suportar simultaneamente todas as tendências da nova gestão da produção.

Devido a esse facto e à maior flexibilidade da produção exigida, foi equacionada a introdução das seguintes melhorias:

- Modelar toda e qualquer filosofia de produção;
- Estender o modelo a regras que capturassem as políticas internas das empresas relativamente à programação de produção.

Neste contexto, surgem os sistemas APS, que correspondem a uma evolução natural dos sistemas FCS, pois com o surgimento de conceitos mais complexos na Gestão da Produção os sistemas FCS já não conseguiam trabalhar com tantas variáveis produtivas.

Na lista que se segue, apresentam-se algumas soluções FCS ainda utilizadas na indústria:

- O sistema FCS “*on Time*” da empresa Americana JobTime Systems Inc. (2009);
- O sistema FCS “*Taylor Scheduler*” da empresa Canadiana Taylor Scheduling Software (2009).

2.2.7 Advanced Planning Systems ou Advanced Planning Scheduling (APS)

A designação APS (*Advanced Planning Systems/ Scheduling*) ou *Sistemas Avançados de Planeamento e Programação*, conforme a definição fornecida pelo *Institute of Operations Management* (ENGLAND, 2002), abrange uma grande variedade de ferramentas e técnicas. São sistemas que tipicamente analisam rapidamente as implicações de decisões alternativas, destacam problemas e consequências e geram programações óptimas ou próximas do óptimo para serem enviadas às ferramentas de execução.

Definem-se como sistemas APS, todos aqueles que:

- Consideram simultaneamente os recursos materiais e da unidade fabril;
- Utilizam algoritmos de optimização que incorporam as restrições e os objectivos do negócio;
- São capazes de gerar um planeamento e programação em tempo real, com rápida regeneração após novas alterações e com capacidade de simular diversos cenários em poucos minutos, através da utilização de memória residente;
- Auxiliam as decisões de suporte em tempo real;
- Realizam programação do tipo *available-to-promise* (disponível mediante compromisso estabelecido) em tempo real.

Estes sistemas avançados surgiram da necessidade de metodologias de planeamento e sequenciamento da produção mais potentes, tanto a nível tático como operacional. De acordo com Hess (1998) e Dullin (1998) os sistemas APS procuram suprir as limitações que os sistemas ERP herdaram dos MRPII, e utilizam técnicas avançadas de resolução de problemas, como a programação linear, programação por restrições e algoritmos evolutivos para aperfeiçoar/optimizar o planeamento e sequenciamento da produção, de forma a atingir objectivos específicos, como sejam possibilitar índices elevados de cumprimento do prazo de entrega sem que sejam necessários stocks elevados, ou maximizar a produtividade da unidade fabril.

A tecnologia APS ajuda as organizações nas decisões dos tipos estratégico, tático e operacional. É desenhada de forma a ajudar as organizações a determinar e depois tomar decisões optimizadas, de forma a satisfazer requisitos dos clientes face às entregas de pedidos, quantidades, tempo, logística, preço e qualidade, além de respeitar verdadeiros constrangimentos como são os casos da capacidade, materiais,

força de trabalho, meios financeiros e políticos e ainda maximizar os objectivos da organização, tendo em conta o lucro, quota de mercado e retorno do investimento.

Turbide (2000) explica que os sistemas APS podem ser vistos de várias formas (cf. Figura 2.6), dependendo do horizonte de planeamento a ser tratado:

- Planeamento estratégico, “[...] o sistema oferece ferramentas para suporte à decisão sobre a localização de unidades fabris ou armazéns, escolha de fornecedores e outros aspectos da estrutura de negócios”;
- Planeamento tático, “[...] pode auxiliar nas decisões de planeamento de transporte, estratégias de inventário, utilização de recursos e na programação de médio prazo da fábrica”;
- Planeamento operacional, “[...] suporta decisões do dia-a-dia, como avaria de máquinas e atrasos de transporte, entre outras”.

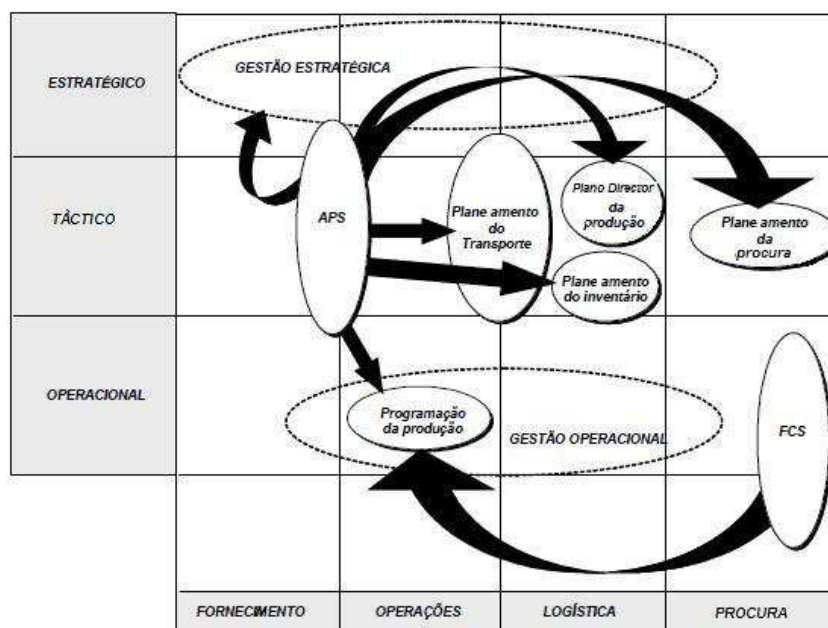


Figura 2.6 - Objectivo dos sistemas baseados em capacidade finita nos diferentes níveis hierárquicos do PCP. (Turbide, 2000).

É importante lembrar que cada uma das situações acima citadas requer diferentes dados e lógicas de processamento, fazendo com que os sistemas APS nem sempre cubram todos os níveis citados, apesar da possibilidade de se encontrarem soluções bastante completas. Isto acontece por causa do número de soluções matemáticas e de optimização implementadas no *software* que seriam necessárias para actuar simultaneamente em todos os níveis de planeamento.

Vantagens do APS

Das inúmeras vantagens oferecidas por um sistema APS, destacam-se as seguintes:

- Dispor de capacidade para elaborar o planeamento total da cadeia produtiva, conseguindo alcançar uma integração satisfatória com outros níveis operacionais da empresa, abrangendo desde os fornecedores até os clientes/consumidores.
- Organizar o fluxo do processo produtivo de modo a garantir que os materiais de fabrico cheguem à linha de produção no momento adequado, reduzindo assim as filas de espera e os níveis de stocks de produtos em curso de fabrico;
- Analisar o sequenciamento adequado para as ordens de fabrico, programando as actividades produtivas necessárias para a produção de todos os pedidos, procurando atendê-los dentro do prazo de entrega acordado com o cliente;
- Dispensar grandes investimentos em formação de pessoal, pois o sistema, apesar de trabalhar com algoritmos e métodos matemáticos avançados, não exige conhecimento matemático especializado do pessoal envolvido com a operação;
- Permitir uma alteração urgente no sistema, mesmo depois de a programação já ter sido gerada e da produção já ter sido iniciada;
- Apresentar velocidade no processamento dos dados, permitindo respostas rápidas aos clientes.

Das soluções APS existentes no mercado actual destacam-se as seguintes:

- O sistema “*Preactor APS*” da empresa Inglesa Preactor International (2009), líder mundial em soluções APS;
- O “*Asprova APS*” da empresa Japonesa Asprova Corporation (2009);
- O sistema “*Ortems*” da empresa Francesa Agile Manufacturing Software (2009).

3 EMPRESA

3.1 Apresentação

A Softi9 iniciou a sua actividade em Aveiro em 1997 através da iniciativa de quatro pessoas: Jorge Serrano Pinto, Gabriel Santos, Vasco Santos e Orlando Balseiro. É a única representante Portuguesa do Grupo i68, sociedade constituída por um conjunto de empresas de Sistemas e Tecnologias de Informação da Península Ibérica, e que tem como missão criar e desenvolver soluções informáticas para a inovação da gestão, comercializando o conjunto de soluções Izaro Net®.

A Softi9 desenvolve Sistemas de Informação orientados para a gestão empresarial e da produção, atendendo às necessidades do mercado em soluções de SI/TI focadas na área da Gestão industrial.

A empresa definiu como Missão:

- Oferecer Soluções Informáticas para a Inovação da Gestão.

E visão:

- Ser reconhecida como referência de mercado no desenvolvimento de Sistemas de Informação orientados para a gestão empresarial e da produção.

A Softi9 é responsável pelo Sistema Izaro Net®, trabalhando no seu desenvolvimento, comercialização e implementação em Portugal. Trata-se de um pacote de soluções concebidas para a optimização da gestão nas empresas e abrange sistemas do tipo ERP, MRP, MRPII, APS, MES, B2B, CRM, EIS e OLAP.

Uma vez que a actividade da Softi9 está vocacionada para a área industrial, cabe-lhe a responsabilidade do desenvolvimento e comercialização das soluções Izaro Net® orientadas para essa área, nomeadamente o Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS® e o Sistema de Recolha de Dados no Fabrico Izaro MES®.

A equipa de colaboradores da Softi9 (cf. Figura 3.1) está estruturada em quatro áreas distintas:

- Administrativa e Contabilidade;
- Consultoria e Formação (Implementação, Assessoria, Formação);

- Programação e Sistemas (Análise, Desenvolvimento, Instalação de Software, Manutenção);
- Comercial e Marketing.

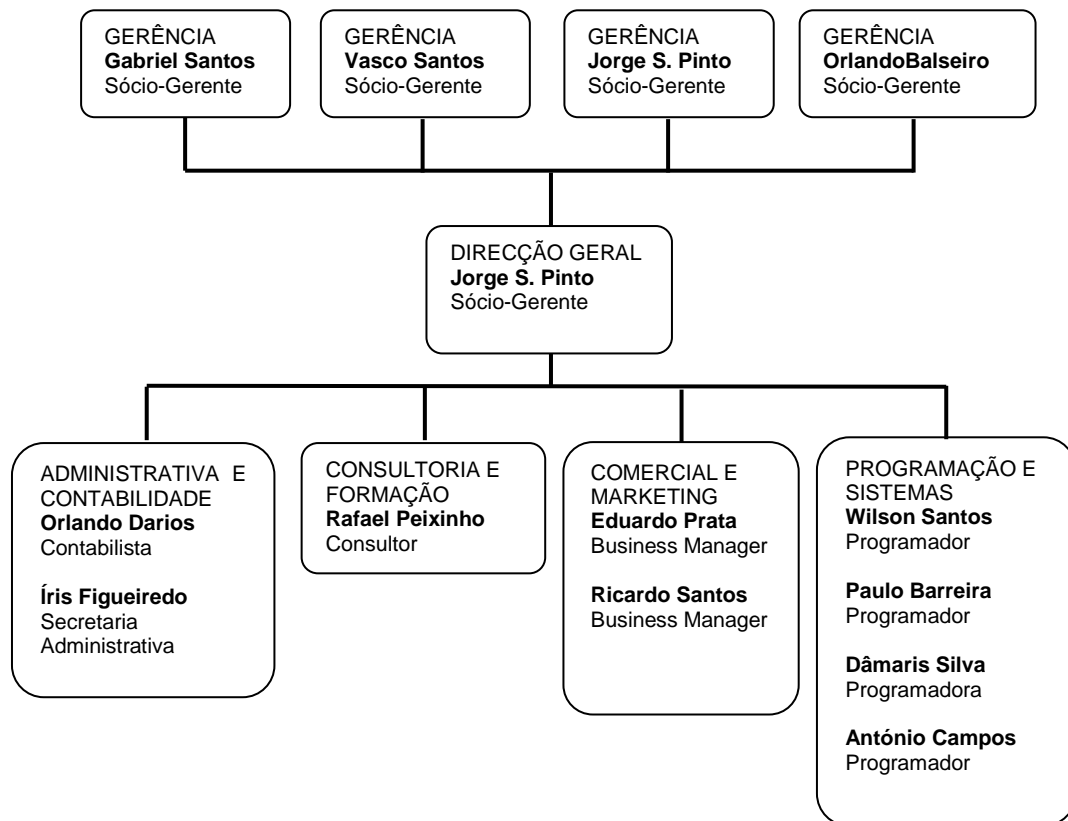


Figura 3.1 - Organograma da Softi9.

A Softi9 apresenta uma carteira de clientes de renome nacional e internacional, o que demonstra o seu reconhecimento no mercado de actuação:

- TEKA (Electrodomésticos)
- Heliflex (Tubulações)
- MaquinaSport (Aparelhos de Desporto)
- Amcor (Embalagens)
- Oliveira e Irmão (Construção Civil)
- Bollinghaus (Siderurgia/ Produtos Laminados)
- TETRA PAK (Embalagens/ Alimentar)
- Aspla (Embalagens)

3.2 Parcerias com Instituições de Ensino Superior e I&D

Universidade de Aveiro

Com vista a fomentar a troca de experiências entre o meio empresarial e o meio académico, a Softi9 mantém uma parceria com a Universidade de Aveiro.

Esta parceria prevê acordos com a Universidade para que alunos do 1º ciclo e 2º ciclo sejam inseridos no ambiente empresarial da Softi9 para a realização de estágios de contexto académico. Além deste modelo de parceria, existe o desenvolvimento de projectos e sistemas envolvendo académicos de renome e bolsistas da Universidade de Aveiro, que actuam em conjunto com a equipa da Softi9.

INESC Porto (Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto)

A Softi9 e o INESC Porto estão intrinsecamente ligados no desenvolvimento de um dos sistemas de maior destaque no pacote de soluções Izaro Net®.

O Izaro APS®, Sistema de Planeamento e Optimização da Produção, é um sistema de apoio à decisão que utiliza modelação matemática, através de um algoritmo de optimização, que procura soluções para problemas de planeamento da produção.

A responsabilidade pelo desenvolvimento do algoritmo multi-critério de Optimização do Planificador desta ferramenta foi atribuída ao INESC Porto.

Actualmente, o INESC Porto está a actuar na fase final de testes do novo algoritmo da Versão 3 do Izaro APS® e a iniciar o processo de desenvolvimento do algoritmo da Versão 4 do Planificador deste Sistema de Planeamento e Optimização da Produção.

3.3 Parcerias Comerciais

Primavera BSS

A parceria estabelecida entre as empresas Softi9 e Primavera BSS referente ao Sistema Izaro APS® realiza-se sob o regime OEM (*Original Equipment Manufacturer*), ou seja, nesta modalidade diferenciada de distribuição de produtos, não há uma comercialização directa por parte dos fabricantes aos consumidores, mas sim a venda a outras empresas que montam o produto final e o vendem ao consumidor.

Este acordo também determina também a colaboração das duas entidades ao nível da inovação da solução e englobou de imediato a execução de alterações e adaptações da solução vertical PRIMAVERA Industry v7 e do sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS® para funcionarem de forma integrada.

Dessa forma, a solução Izaro APS® da Softi9 foi integrada na solução vertical PRIMAVERA Industry v7 com o intuito de aumentar a sua capacidade de planeamento e optimização da produção, resultando no módulo adicional PRIMAVERA APS Izaro.

Microcore Systems GmbH

A parceira estabelecida entre a Softi9 e a Microcore Systems, referente à comercialização das soluções Izaro APS® e Izaro MES® no mercado Alemão, beneficia ambas as partes, pois enquanto a Softi9 avança no seu processo de internacionalização, ingressando nos mercados onde a empresa alemã já actua, ou seja, Alemanha, Suíça, Áustria e outros países de língua alemã, a Microcore, por outro lado, completa o seu conjunto de soluções para a gestão industrial com a inclusão das soluções Izaro APS® e Izaro MES®, melhorando igualmente o seu posicionamento no mercado.

No futuro, a Softi9 ambiciona aumentar o número de empresas parceiras alemãs, pois é um mercado que apresenta boas oportunidades.

APTRA

A APTRA, empresa de Consultoria em Sistemas de Informação localizada em Lisboa, e a Softi9 estabeleceram uma parceira para disponibilizar à indústria transformadora uma solução integrada de planeamento avançado da produção e de gestão operacional, combinando as características essenciais do Izaro APS® e do ERP *Dynamics NAV*, da Microsoft, bem como a complementaridade de competências e experiência entre a Softi9 e a APTRA.

A APTRA desenvolveu os interfaces entre as soluções Izaro APS® e o *Dynamics NAV*, e aplica a sua experiência para realizar a implementação e integração dos dois sistemas, disponibilizando práticas inovadoras de planeamento e controlo de produção, que incrementam a eficiência e racionalização global dos recursos afectos aos processos produtivos, materializando ganhos efectivos para a actividade transformadora.

SIMPLE SP.Z O.O.

Com a parceria que teve início a 1 Julho de 2009, a Softi9 nomeou a empresa Polaca SIMPLE SP.Z O.O. distribuidora das soluções Izaro APS® para o mercado Polaco.

Desta forma, a Softi9 mantém a estratégia de internacionalização das suas soluções explorando novos mercados e estabelecendo parcerias com empresas consolidadas nos seus mercados de actuação.

A Softi9 tem interesse em potenciar parcerias como esta, tanto na Polónia, como na República Checa e no Brasil, utilizando para isso as soluções Izaro APS® e Izaro MES®, que acrescentam valor aos pacotes de soluções para a gestão e indústria das empresas sem constituir uma ameaça de concorrência para as mesmas.

3.4 Produtos

A Softi9 desenvolve e comercializa Sistemas de Informação direccionados para a gestão empresarial e da produção. Desta forma, o conjunto de soluções Izaro Net® apresenta uma vasta gama de soluções, actuando de forma conjunta. Estas soluções podem, no entanto ser comercializadas de forma autónoma, funcionando individualmente como produtos que actuam em áreas e processos empresariais específicos, e ser integrados com outros sistemas de informação existentes no mercado.

Nas secções seguintes serão apresentadas as soluções desenvolvidas e comercializadas pela Softi9, que fazem parte do conjunto de soluções Izaro Net® orientadas para a gestão industrial, o Izaro APS® e o Izaro MES®.

3.4.1 ERP II – Izaro Net®

O Izaro Net®, como um sistema ERP II, pode ser definido como um conjunto de soluções desenvolvidas para o planeamento, gestão e acompanhamento de todos os processos de negócio da empresa, desde os fornecedores até aos clientes, permitindo assim a integração, o armazenamento e a partilha da informação, facilitando a tomada de decisão por parte das empresas.

O Izaro Net® (cf. Figura 3.2) inclui não só a tradicional gestão de recursos da empresa, mas também a gestão do relacionamento com o cliente (CRM) e toda a integração com o ciclo do fornecimento (SCM), obrigando a uma melhor gestão dos

processos internos e externos, pois cria um ecossistema cuja base é a colaboração inter-empresas.

Desta forma, o Izaro Net® constitui um conjunto de soluções *standard*, ou personalizadas mediante as necessidades dos diversos sectores, tratando as informações em modo local ou remoto através da internet e/ ou intranet. É um sistema de informação empresarial vocacionado para PME's (Pequenas e Médias Empresas).

ERP II - IZARO NET

SOLUÇÕES IZARO

Izaro ERP¹	Sistema Modular que integra a gestão de diferentes áreas da Empresa
Izaro APS²	Planeamento e Optimização da Produção
Izaro MES³	Solução para o Controlo e Monitorização gráfica da Produção, em tempo real
Izaro B2B⁴, B2E⁵ e B2P⁶	Comunicações da Empresa, via Internet
Izaro CRM⁷ e EIS⁸	Solução orientada para a Gestão do Business Intelligence

¹ Enterprise Resource Planning
² Advanced Planning and Scheduling
³ Manufacturing Execution Systems
⁴ Business to Business
⁵ Business to Employees
⁶ Business to Providers
⁷ Customer Relationship Management
⁸ Executive Information Systems

Figura 3.2 - Pacote de Soluções Izaro Net®.

3.4.2 O Izaro MES®

Os sistemas MES visam garantir um acompanhamento eficiente da produção, permitindo aos operadores registar dados de produção, paragens inesperadas e/ou planeadas, fazer pequenos ajustes no sequenciamento da produção, etc.

O Izaro MES® (cf. Figura 3.3) realiza esse acompanhamento da produção em tempo real, através da recolha de dados do fabrico em terminais situados junto das máquinas, onde os trabalhadores actualizam o estado das ordens de fabrico. Esta recolha pode ser feita em vários locais da fábrica, mediante a configuração dos terminais, estando adaptada a tecnologias como dispositivos de ecrã tátil, leitores de código de barras, leitores biométricos, cartões de identificação.



Figura 3.3 - Ecrã de monitorização da unidade fabril do Izaro MES®.

Através da base de dados que é construída com estes dados, é possível consultar um histórico e emitir e gerar relatórios e análises integráveis com o MS-Excel (cf. Figura 3.4).

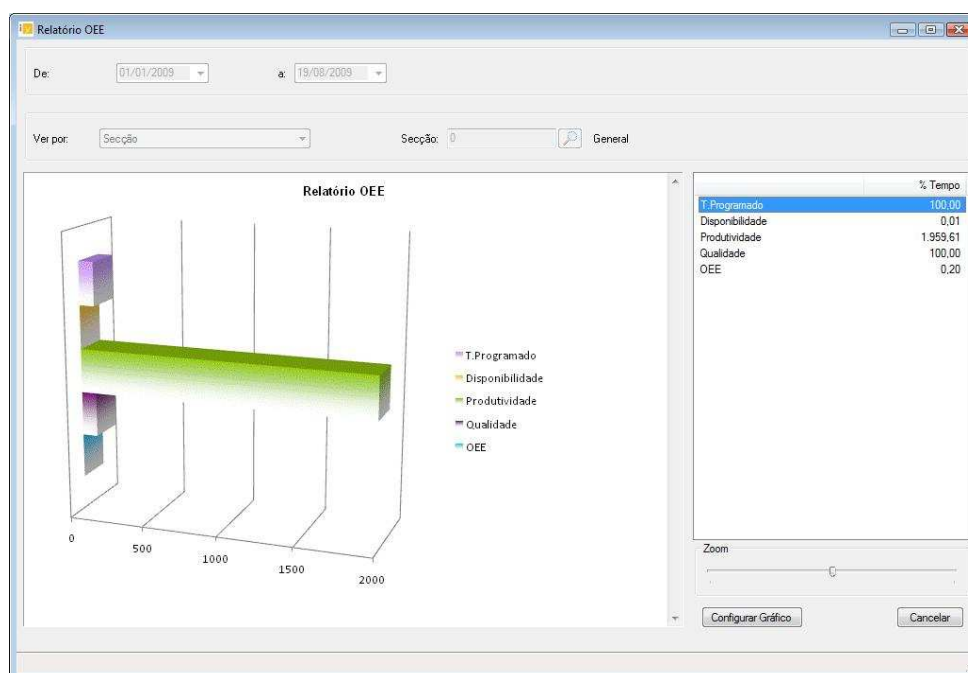


Figura 3.4 - Análises estatísticas geradas com as informações recolhidas no fabrico.

O Iزارو MES® permite a definição de três tipos de utilizador (Administrador, Gestor/ Encarregado e Trabalhador) com diferentes funções conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tipo de Utilizador	Funções
TRABALHADOR	Acompanhamento da produção Início de preparação Início / Fim de trabalho Início / Fim de incidência Mudança de trabalho Mudança de turno Mudança de pessoa Movimentos de materiais
	Ferramenta de qualidade (Peças Boas)
	Rastreabilidade dos materiais utilizados na produção
GESTOR / ENCARREGADO	Monitorização de máquinas no próprio <i>layout</i>
	Situação da ordem de fabrico
	Histórico de trabalhos realizados
	Histórico de incidências ocorridas
	Explorações gráficas da informação
ADMINISTRADOR	Análises integráveis com MS-Excel
	Todas as mencionadas

Tabela 3.1 - Funções atribuídas aos operadores do sistema Iزارو MES®.

A Figura 3.5 apresenta o início de trabalho para um utilizador do tipo “Trabalhador”.

EXT - Extruder
INÍCIO DE TRABALHO

14:59

Data: 19/08/2009 14:59
Recurso: EXT
Trabalhador:

Ordem Fabrico:
Artigo:
Fase:
Operação:
Qt. Pendente:
Tipo Incidência:

Ordem de ...	Artigo	Recurso	Operação	Quantidade...	Situação
14	T10 - Article 4	EXT - Extruder	Extruder	1.00	Em Espera
24	S67 - Article 3	EXT - Extruder	Extruder	100.00	Em Espera
21	T10 - Article 4	EXT - Extruder	Extruder	50.00	Em Espera

Equipas de Trabalho
1 - John

7 8 9
4 5 6
1 2 3
0 <- /

Continuar Alterar

Sessão 1 de 28 de Abril de 2009 Extruder Terminal admuser Licença de uso para: CLIENTE DEMO, S.A.

Figura 3.5 - Registo do trabalho no sistema Iزارو MES®.

Além das funções descritas, o Izaro MES® permite a consulta da documentação associada à Ordem de Fabrico e acesso à informação dos recursos produtivos sempre que ocorrem alterações nos mesmos, através de alertas via SMS e via e-mail (cf. Figura 3.6).

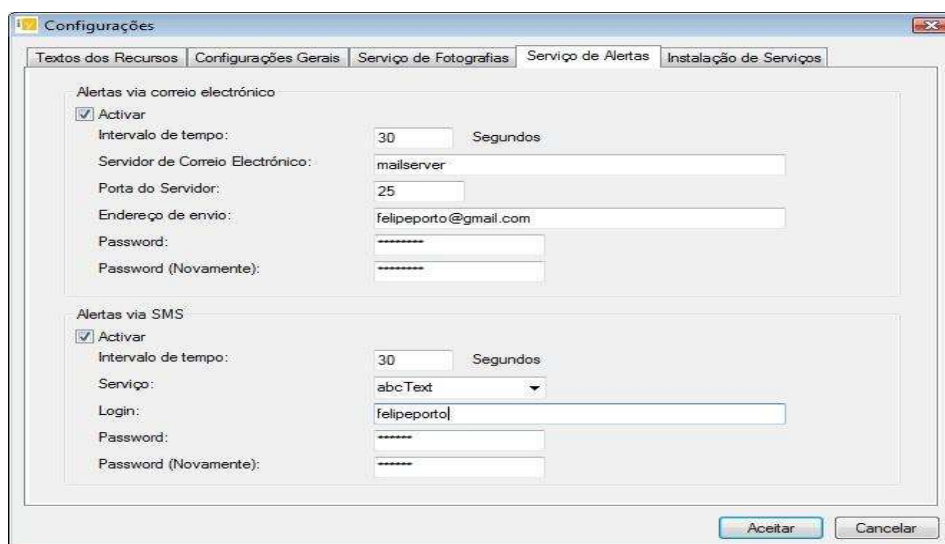


Figura 3.6 - Janela de configuração de alertas.

3.4.3 O Izaro APS®

Os sistemas APS utilizam técnicas avançadas de planeamento e programação da produção, como inteligência artificial, optimização, heurística, algoritmos genéticos, regras de sequenciamento e outras tecnologias modernas para aperfeiçoar/optimizar a planificação da produção, de forma a atingir objectivos, que normalmente conflituam entre si, nomeadamente:

- Cumprir prazos de entrega;
- Minimizar os stocks;
- Minimizar tempos de paragens;
- Maximizar o aproveitamento da capacidade produtiva;
- Maximizar a utilização da mão-de-obra;
- Gerir a sobreposição entre operações consecutivas.

O Izaro APS®, ferramenta premiada em 2007 com a certificação europeia EUREKA! e com o prémio de inovação Leonardo da Vinci, representa a ferramenta desenvolvida pela Softi9 para atingir estes objectivos, utilizando um algoritmo inovador,

capaz de escalonar um grande número de operações num curto espaço de tempo, mediante critérios de optimização e ordenação, executando o planeamento de Ordens de Fabrico de forma a se obter a melhor solução.

O Izaro APS® (cf. Figura 3.7) é vocacionado tanto para a produção discreta, como para a produção contínua de capacidade finita, tendo em consideração diversos factores produtivos, além de permitir planificar diferentes fábricas, divisões ou unidades de negócio através do mesmo posto de trabalho.

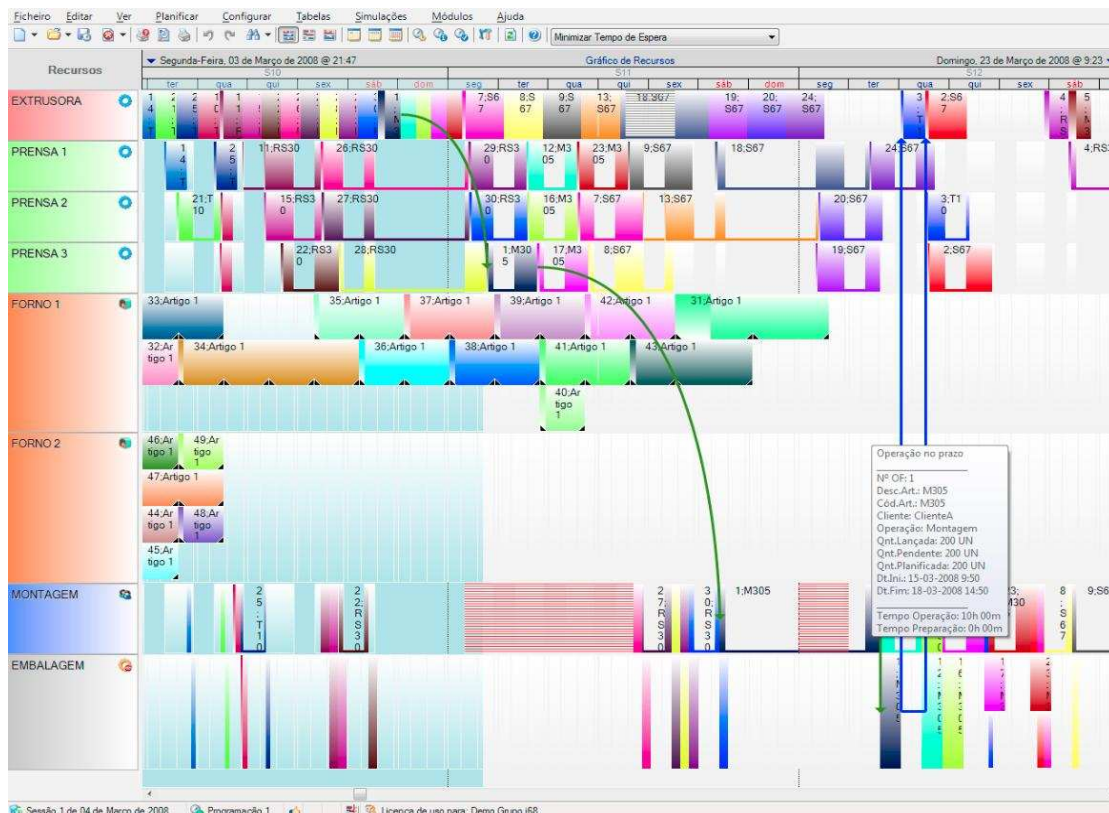


Figura 3.7 - Ecrã principal do Sistema Izaro APS®.

Utiliza um modelo de representação gráfica baseado em gráficos Gantt, o modelo gráfico de programação e acompanhamento dos fluxos de produção mais utilizado pelas empresas no planeamento da produção. Este tipo de gráfico tem como objectivo auxiliar a gestão da produção no planeamento e controlo antecipado das etapas da produção, o que possibilita a verificação de “gargalos” na produção ou excessos de produção.

Este produto, que representa a temática central deste presente trabalho, será abordado de forma mais detalhada no Capítulo 4.

4 ANÁLISE FUNCIONAL DO SISTEMA IZARO APS® E DOS NOVOS CONCEITOS E FUNCIONALIDADES PRESENTES NA VERSÃO 3

4.1 Contextualização

O estágio realizado pelo autor, e que fundamenta este relatório, ocorreu na empresa Softi9, no Departamento de Consultoria e Formação. Este departamento desenvolve actividades relacionadas com a implementação das soluções Iزار Net® em empresas clientes, formação de utilizadores e assessoria comercial e técnica às empresas clientes. Embora estas actividades sejam realizadas para todo o pacote de soluções Iزار Net®, o trabalho do autor focou-se no Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Iزار APS®, tanto pelas necessidades apresentadas pela Softi9, como pelo interesse que a ferramenta suscitou no autor.

Assim, após a realização de várias actividades relacionadas com a formação e aquisição de conhecimentos nos diversos sistemas oferecidos pela Softi9, o autor integrou a equipa do projecto do desenvolvimento da versão 3 do Iزار APS®, participando na análise das funcionalidades oferecidas e na concepção e realização de testes ao novo sistema.

4.2 Metodologia

A realização deste estágio envolveu diversas actividades (cf. Figura 4.1), que contribuíram para a concretização dos objectivos definidos para o estágio e apresentados no Capítulo 1. Estas actividades serão descritas no texto que se segue de uma forma resumida, a fim de documentar o modelo de processo utilizado durante o período de 8 meses de estágio.

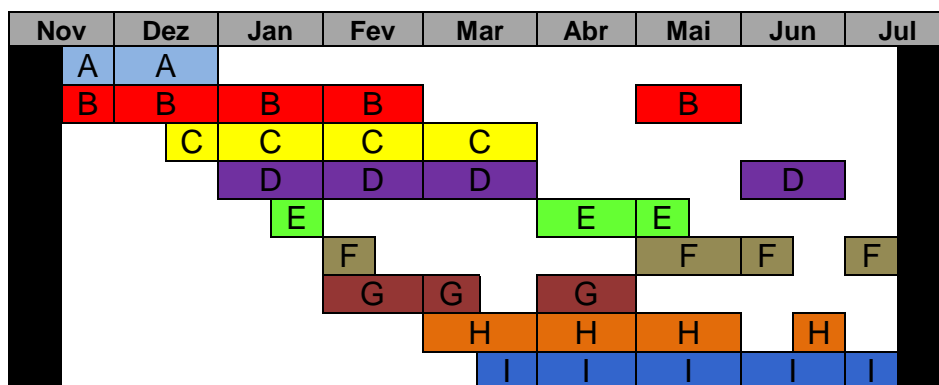


Figura 4.1 – Gráfico Gantt de actividades desenvolvidas durante o período de estágio na Softi9.

- A - Formação** – Correspondeu à fase de integração do autor na empresa e ao estudo dos produtos desenvolvidos e comercializados pela Softi9. Foi consultada a bibliografia técnica e académica da área abordada e do tipo de sistemas comercializados. Esta actividade foi realizada sob orientação dos responsáveis pelo departamento em causa da empresa.
- B - Revisão da bibliografia** – Esta actividade foi realizada pelo autor desde o início do estágio e foi determinante para a aquisição e solidificação de conhecimentos na área. Durante esta fase, o autor fez uma revisão dos conceitos e temáticas mais importantes da área, assim como dos sistemas de informação orientados para a gestão da produção, incidindo na evolução que estes sistemas têm apresentado. O resultado desta actividade é apresentado no Capítulo 2 deste documento.
- C - Desenvolvimento de simulações para demonstração das soluções do Izaro Net®** – Foram desenvolvidas simulações da utilização de várias soluções do Izaro Net®, nomeadamente da versão 2 do Izaro APS®, Izaro ERP® e Izaro MES®, que contribuíram para o conhecimento e experiência do autor neste tipo de sistemas e que foram utilizadas para demonstrações efectuadas em empresas cliente.
- D - Desenvolvimento de material institucional** – Esta actividade incluiu diversas tarefas como a realização de traduções de documentos técnicos e comerciais e a elaboração de manuais de utilizador para as ferramentas Izaro APS® e Izaro MES®.
- E - Visitas a clientes e participação em eventos** – As visitas a clientes ocorreram com o objectivo de divulgação dos produtos da empresa e foram efectuadas pelo autor e o representante comercial da Softi9. Nas visitas foram utilizadas as simulações comerciais desenvolvidas pelo autor. O autor participou ainda num evento comercial na área, “*Desenvolvimento de Software para o Mercado Brasileiro*”, que ocorreu a 4 e 5 de Maio no Tecmaia - Parque de Ciência e Tecnologia da Maia.
- F - Pesquisa de mercado** – Foi efectuada uma pesquisa de mercado, nomeadamente das soluções comerciais com características idênticas às dos sistemas Izaro APS® oferecidas pela concorrência, assim como de possíveis parcerias comerciais. Nesse âmbito, foi auscultada a possibilidade do interesse em representantes SAP® pela solução Izaro APS®.

G - Integração de soluções do Iزار Net® – A integração entre soluções Iزار Net®, nomeadamente entre o Iزار ERP® e o Iزار MES®, o Iزار APS® e o Iزار MES®, e o Iزار ERP® e o Iزار APS®, constituem exemplos de actividades investigadas e realizadas a título experimental pelo autor.

H - Manutenção/Help Desk a empresas clientes – Esta actividade foi realizada pelo autor em relação às soluções Iزار APS® versão 2, Iزار MES® e Iزار ERP®, dando resposta a problemas de configuração e diversas questões relacionadas com a utilização destes sistemas.

I - Análise e testes do Iزار APS® versão 3 – Esta foi uma das actividades mais importantes desenvolvidas durante o período de estágio e incidiu no estudo e análise dos conceitos e funcionalidades presentes na nova versão do Iزار APS®, assim como na participação do respectivo projecto de desenvolvimento, através do desenvolvimento de testes. Foram concebidos diferentes testes, sendo criados os respectivos jogos de dados e efectuada a análise dos resultados obtidos. Esta actividade é descrita nas secções seguintes deste documento.

4.3 Estrutura de informação do Iزار APS®

A estrutura de informação do Iزار APS® baseia-se em ficheiros XML associados a diferentes níveis da aplicação: Ambiente, Sessão, Programação e Interface ERP. Para além disso, os três primeiros níveis ainda terão os seus próprios ficheiros de configuração. Os dados dos diversos ficheiros estão integrados entre si, consoante a utilização da aplicação, pelo que a sua coerência é assegurada.

O ficheiro “Ambiente” compreende o nível mais alto da estrutura de informação, correspondendo à Unidade de Planificação, podendo dizer respeito a uma Empresa, Fábrica, Divisão ou Unidade de Negócio, Planificador, etc.

A “Sessão” diz respeito ao segundo nível da estrutura de informação e corresponde ao conjunto de dados (dentro de um Ambiente) que tem como finalidade obter a Planificação mais adequada para dados de partida usuais. No caso da Planificação diária, a situação mais comum será considerar uma sessão por dia, se for semanal, uma por semana, etc.

O último nível da estrutura de informação é a “Programação”. Cada uma das diferentes simulações da Planificação que podem ser realizadas dentro de uma Sessão corresponde a uma programação.

O ficheiro “Interface ERP”, como o próprio nome indica, é responsável por integrar a informação do Iزار APS® com um sistema ERP, podendo ser tanto o Iزار ERP®, como qualquer outro ERP do mercado, mediante a configuração das respectivas interfaces. É ainda possível a configuração do sistema para que este actue de forma independente.

O Esquema do Modelo de Dados apresentado na Figura 4.2 ilustra a forma como estes dados interagem nos diferentes níveis.

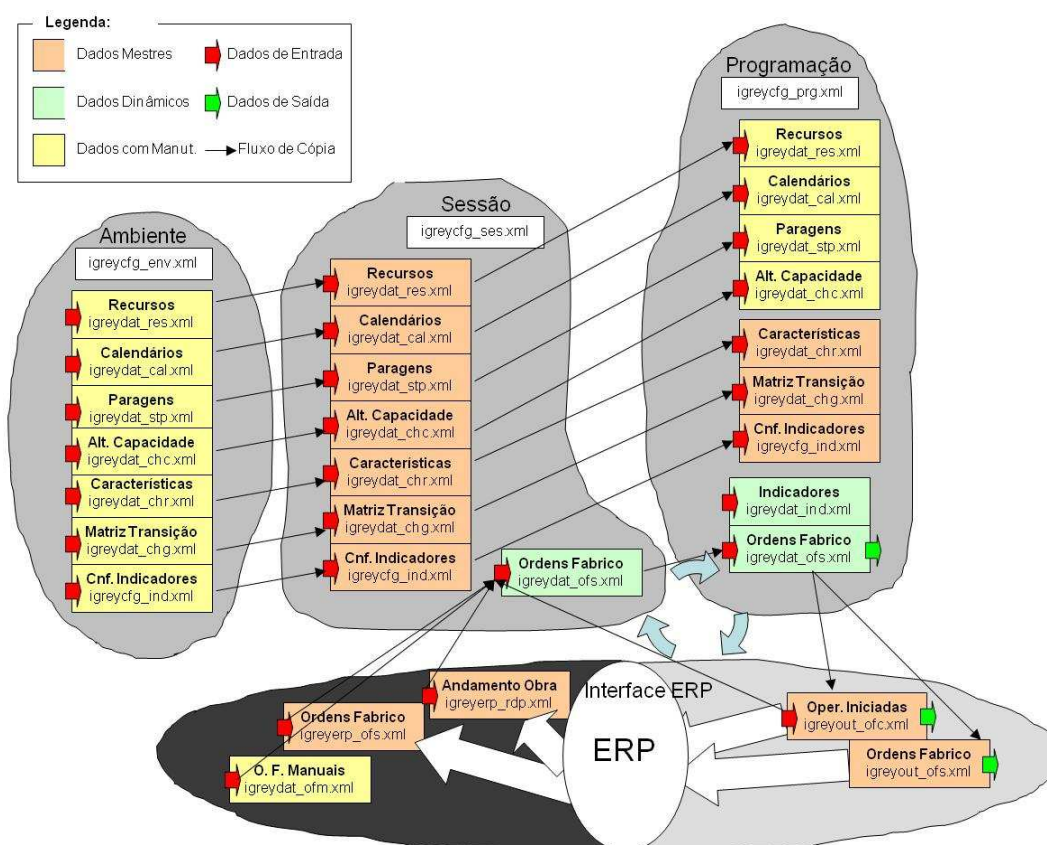


Figura 4.2 – Esquema do Modelo de Dados do Iزار APS®.

4.4 Definições e conceitos de gestão da produção utilizados no Iزار APS®

Nesta secção apresentam-se alguns conceitos referentes à área da produção, cuja compreensão é determinante para a interpretação da informação apresentada no Iزار APS®.

A lista de termos e respectivas descrições é apresentada na Tabela 4.1.

Termo	Descrição
Alteração de Capacidade	Variação da capacidade produtiva que pode ocorrer num período de tempo num Recurso. Esta pode acontecer através do aumento ou diminuição do Número de Componentes que intervêm num determinado Recurso.
Calendário	Representação temporal, agrupada por dias, semanas, meses e anos. Para cada dia é definido um Horário. Um Calendário é atribuído a um ou mais Recursos. É neste período de tempo que se realiza a planificação.
Característica	Classificação associável a Artigos que, para além disso, pode afectar os Tempos de Preparação de determinadas Operações. Os diferentes valores podem ter uma série crescente lógica, mensurável através da Matriz de Transição, e que serve para obter a melhor sequência produtiva.
Gama Operatória	Sequência de Operações com vista à produção de um Artigo.
Gargalo de Garrafa	Recurso crítico que convém controlar porque da sua gestão depende directamente a capacidade produtiva, actuando como um funil no processo produtivo.
Horário	Intervalo (s) de horas, nunca sendo superior a 24, que indica a disponibilidade para se trabalhar nesse (s) período (s) de tempo.
Lead-time	Tempo decorrido desde o início da primeira Operação de uma ordem de fabrico até ao fim da última Operação da mesma.
Matriz de Transição	Tabela com a variação dos Tempos de Preparação para a transição entre cada um dos pares de valores, das diferentes combinações possíveis, de uma Característica.
Operação	Cada um dos trabalhos necessários para a produção de um Artigo. As Operações são executadas nos Recursos.
Ordem de Fabrico (OF)	Conjunto de instruções para fabricar uma determinada quantidade de um determinado Artigo, num intervalo de datas. É normalmente composta por uma Gama Operatória e por uma Lista de Componentes.
Paragem	Período de tempo durante o qual não há lugar à Produção. Deve ser associada a um ou mais Recursos.
Recurso	Estrutura onde as Operações são executadas. Pode ser uma Máquina ou uma Linha de Fabrico, um Operário ou um conjunto de Operários, uma Célula, ... Podem ser internos ou externos à Fábrica.
Recurso Alternativo	Cada um dos Recursos onde se pode executar uma Operação em alternativa ao Recurso inicialmente previsto. Pode implicar Tempos de Execução, Tempos de Preparação, Ferramentas, etc., ... diferentes.
Recurso Principal	Recurso ao qual estão associados Sub-recursos.
Rendimento	Rácio entre a produção real e a produção teórica de um Recurso.
Sub-recurso	Recurso que restringe o funcionamento de um ou vários Recursos Principais.
Tempo de Espera	Tempo entre o final de uma Operação de uma Ordem de Fabrico e o início da seguinte.
Tempo de Execução	Tempo que uma Operação demora a ser executada num Recurso, para uma Ordem de Fabrico.
Tempo de Inactividade	Tempo durante o qual não há Produção, embora pudesse haver.
Tempo de Paragem	Tempo durante o qual não pode haver Produção.
Tempo de Preparação	Tempo que se demora a preparar um Recurso para se realizar uma Operação para uma Ordem de Fabrico. Este tempo pode variar em função da Característica da Operação da última Ordem de Fabrico executada nesse Recurso. Esta variação pode ser prevista através da Matriz de Transição.
Tempo de Produção	Soma do Tempo de Preparação com o Tempo de Execução de uma Operação para uma Ordem de Fabrico.

Tabela 4.1 – Terminologia Associada à Produção utilizada no Izaro APS®.

4.5 Interpretação dos Gráficos Gantt do Izaro APS®

Os Gráficos Gantt constituem a principal ferramenta de representação gráfica do Izaro APS®, possibilitando a visualização e interpretação das funcionalidades e resultados obtidos pelo sistema.

Nas secções seguintes são apresentados os diversos Gráficos Gantt incluídos no Izaro APS®, sendo feita, para cada um deles, uma interpretação da informação que apresentam e dos resultados que permitem atingir.

4.5.1 Gráfico Gantt de Recursos

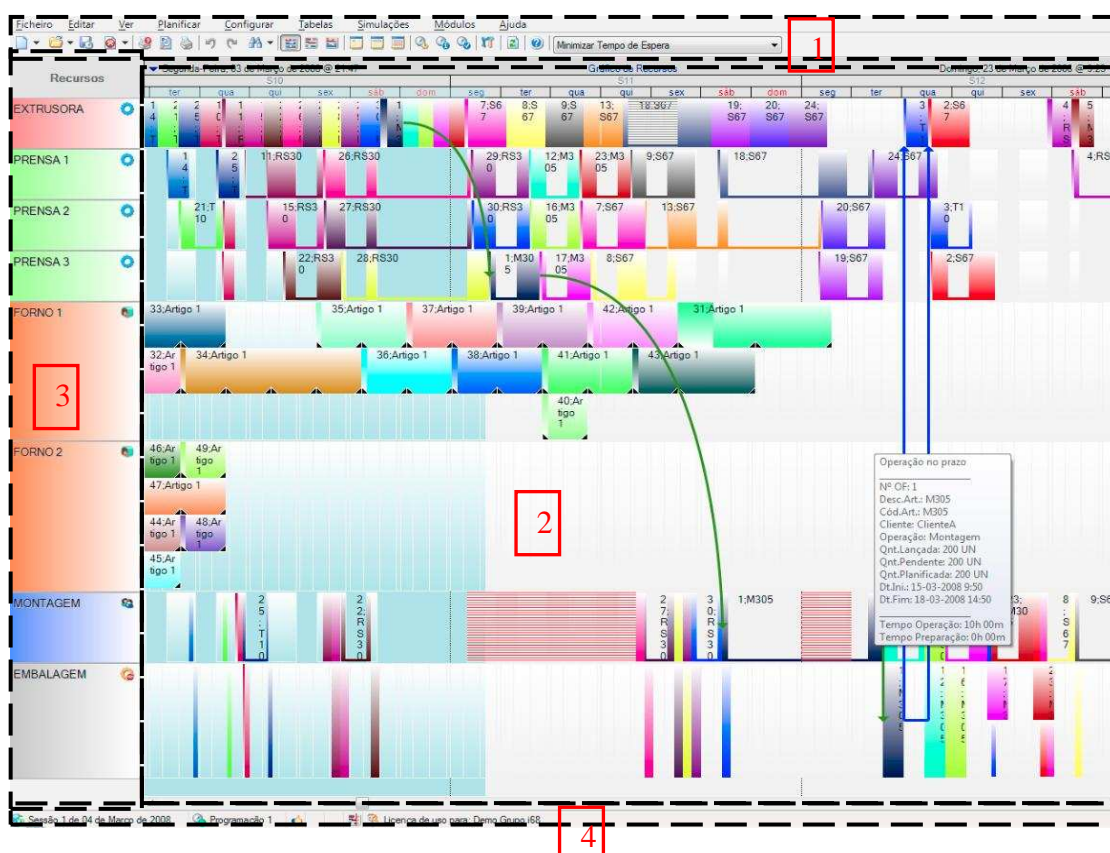


Figura 4.3 - Gráfico Gantt de Recursos do Izaro APS®.

O Gráfico Gantt de Recursos (cf. Figura 4.3) é o gráfico principal do Izaro APS® e é nele que se realiza o planeamento e programação da produção. No texto que se segue, será apresentada uma breve descrição das diferentes secções que compõem este gráfico e das respectivas funcionalidades oferecidas.

1 - Menu e Barra de Ferramentas

Permite a configuração do sistema, do gráfico, dos recursos, a escolha dos critérios de planificação, a planificação da programação, o acesso ao painel de controlo e a validação da programação, para além de outras funções.

2 - Horizonte de Programação

É a secção principal do gráfico, pois permite visualizar e manipular as operações das ordens de fabrico para um determinado horizonte temporal.

Cada ordem de fabrico é identificada por um número e uma cor, sendo as operações associadas representadas igualmente por essa cor.

O período de congelamento, definido no gráfico com uma coloração azulada, representa o período de tempo onde, após a validação, não é possível executar mais alterações na programação das operações das ordens de fabrico, ficando estas definidas como “confirmadas”, uma vez que a produção necessita de tempo útil para poder executar as alterações de programação.

A sequência das operações pode ser visualizada mediante setas, apresentadas no sentido da realização das operações da ordem de fabrico. Cada operação apresenta um tempo para a sua realização; esse tempo é baseado no calendário atribuído ao recurso, que é identificado no gráfico por um gradiente mais claro que o fundo do gráfico.

O tempo de realização de uma operação é definido como o tempo de execução da operação, podendo apresentar para além deste, um tempo de preparação do recurso, necessário para que a operação seja executada. Numa operação, o tempo de execução é determinado pela cor da ordem de fabrico e o tempo de preparação com um gradiente invertido da cor da ordem de fabrico. As paragens são apresentadas através de um conjunto de linhas pretas horizontais dispostas sobre o recurso, no período de tempo determinado para a paragem. As alterações de capacidade, quando colocadas em zero, apresentam-se através de um conjunto de linhas vermelhas horizontais dispostas sobre o recurso, no período de tempo determinado para a alteração de capacidade. Quando a alteração de capacidade não é igual a zero, o recurso mantém-se visualmente inalterado.

As ordens de fabrico e operações associadas podem ser visualizadas no gráfico quando estão adiantadas ou atrasadas em relação ao previsto, mediante uma linha de contorno apresentada à volta das operações, sendo a cor verde utilizada para assinalar as ordens adiantadas e a cor vermelha para as atrasadas. Ao passar o rato em qualquer operação, é apresentada uma pequena caixa de texto com informação sobre a ordem de fabrico e o seu estado.

3 - Barra de Recursos

A barra de recursos permite dispor de forma vertical os recursos presentes na unidade fabril. Desta forma, cada recurso apresenta anexado na horizontal o seu horizonte de programação, em que se indicam as marcações no calendário a este atribuídas, as operações das ordens de fabrico que por ele passam, os tempos de preparação e execução de cada operação no recurso, além do tipo de recurso em causa. Os recursos são definidos como sendo dos tipos “Máquina”, “Operário”, “Subcontratação” ou tipo “Batch”. Cada um destes tipos possui especificações e comportamentos distintos, podendo englobar uma vasta configuração de maquinaria industrial.

A capacidade desses recursos pode ser definida como “finita” ou “infinita”, sendo a capacidade “finita” destinada aos recursos que apresentam uma capacidade produtiva limitada, e a capacidade “infinita” destinada aos recursos que possuem uma capacidade produtiva ilimitada, o que pode gerar no gráfico o empilhamento, ou seja, o agrupamento de várias operações no mesmo período de tempo para o mesmo recurso.

4 - Barra de *Status* da Programação

Nesta secção do gráfico apresentam-se o número e data de criação da sessão aberta, o número referente à programação e o estado da programação. É ainda apresentado o sinal positivo caso se tenha invocado o algoritmo para algum dos critérios seleccionados e o escalonamento das ordens tenha ocorrido sem problemas e o sinal negativo caso tenham ocorrido problemas no escalonamento. É também apresentada a referência da entidade que contratou o serviço.

4.5.2 Gráfico Gantt de Ordens de Fabrico

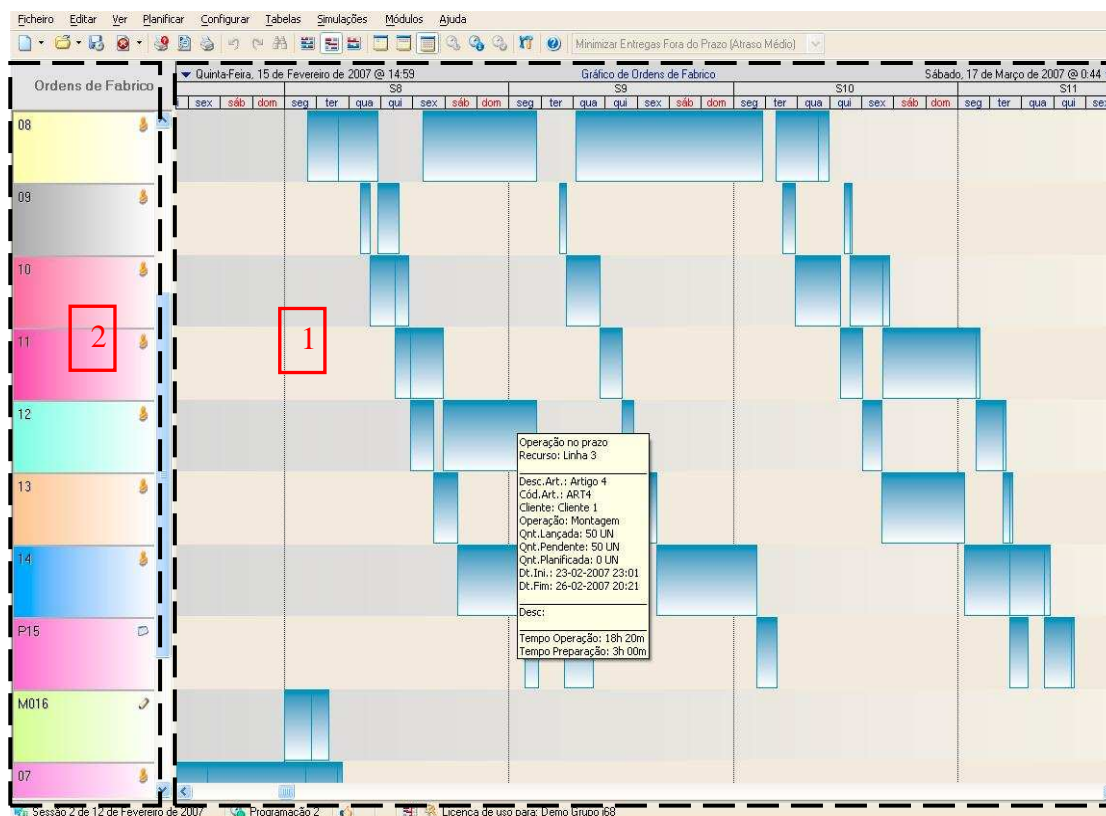


Figura 4.4 - Gráfico Gantt de Ordens de Fabrico do Izaro APS®.

O Gráfico Gantt de Ordens de Fabrico funciona de forma idêntica ao de Recursos, com as diferenças relativas à informação disponibilizada (cf. Figura 4.4):

1 - Horizonte de Programação

É a secção do gráfico que determina a carga de tempo dedicado à produção de uma ordem de fabrico e especifica os tempos de execução de cada operação separadamente, de acordo com o período de tempo correspondente no dia/ semana.

2 - Barra de Ordens de Fabrico

A Barra de Ordens de Fabrico permite fazer uma análise das ordens de fabrico apenas em relação ao “lead time” definido pelo sistema.

Assim, as ordens de fabrico são dispostas na vertical, e na horizontal é apresentada a informação respectiva referente ao tempo total para a sua conclusão.

Neste gráfico também é possível visualizar o estado das operações, sendo o contorno verde utilizado para representar as operações adiantadas, o azul para as

operações concluídas no prazo estabelecido e o vermelho para as operações em atraso em relação ao planeado.

4.5.3 Gráfico Gantt de Carga de Recursos

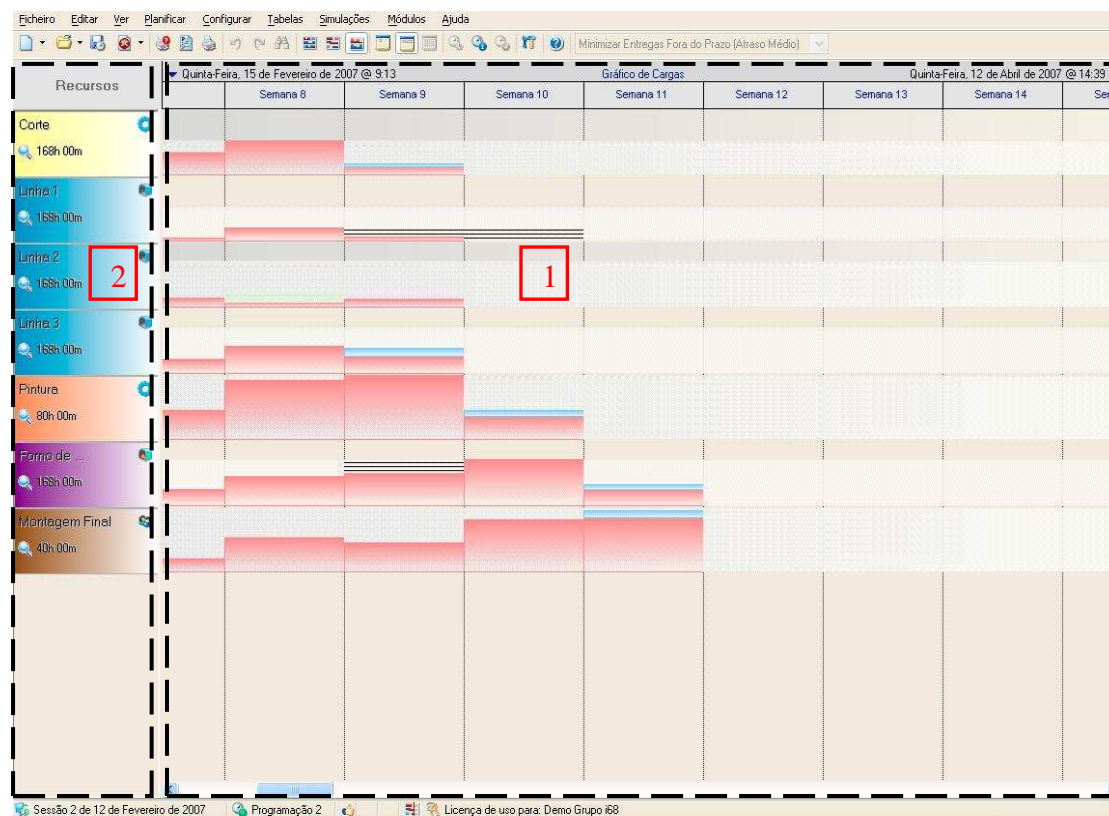


Figura 4.5 - Gráfico Gantt de Carga de Recursos do Izaro APS®.

O Gráfico Gantt de Carga de Recursos (cf. Figura 4.5) disponibiliza informação referente à capacidade produtiva do recurso, tendo em conta a utilização do mesmo num dado período de tempo.

1 - Horizonte de Programação

Apresenta a utilização dos recursos por período de tempo (semanas). Para cada recurso é apresentada uma marcação por semana ou dia, com a carga referente às operações a este atribuídas num dado período de tempo. Os períodos de paragem de um recurso são também apresentados através de linhas pretas horizontais.

2 - Barra de Recursos

Além de informação típica relativa a cada recurso como nome e tipo de recurso é também apresentada a sua capacidade temporal, através da indicação do total de horas de trabalho do recurso no período de tempo definido.

É possível visualizar o tipo de carregamento do recurso como sendo finito ou infinito, a partir da presença ou ausência de um sinal de infinito ao lado do símbolo referente ao tipo de recurso. Quando o sinal não estiver presente na definição do recurso, significa que corresponde a um recurso de carregamento finito; caso contrário, será um recurso de carregamento infinito.

4.6 Planificador

O Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS® utiliza um algoritmo multi-critério, o que faz com que a ferramenta seja capaz de escalonar um grande número de operações num curto espaço de tempo.

Uma vez que apresenta vários critérios de optimização, o Planificador do Izaro APS® procura satisfazer um ou vários objectivos, mediante o interesse do utilizador, que pode equilibrar critérios em prol de um objectivo específico.

Os critérios de optimização considerados no Planificador são apresentados na Tabela 4.2:

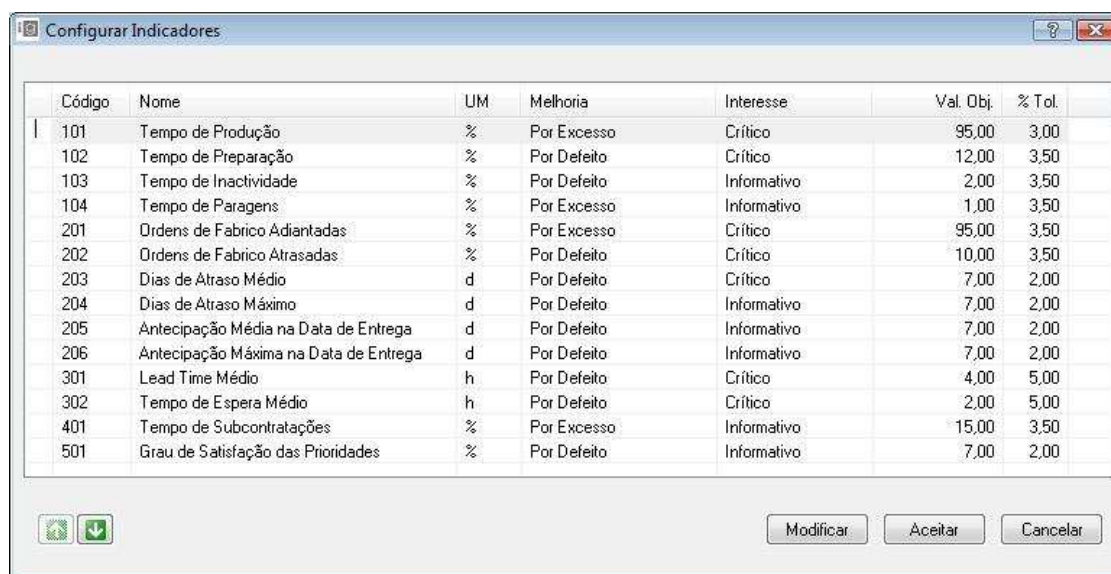
<p>Melhor cumprimento dos Prazos de Entrega</p> <p>Algoritmo que permite reduzir o atraso médio das Encomendas. Para além disso, é possível atribuírem-se diferentes prioridades às Ordens de Fabrico, para adiantar aquelas que mais interessam. É sempre possível estabelecer diferentes critérios que, de uma forma sequencial, ordenarão as Ordens de Fabrico.</p>
<p>Redução dos Tempos de Preparação</p> <p>O Planificador agrupa, se o utilizador assim o entender, as Ordens de Fabrico que sejam do mesmo Artigo, ou as que não necessitem de uma mudança de Ferramenta, por exemplo, com o objectivo de minimizar os Tempos de Preparação. No caso de não ser possível realizar esta acção, seleccionará a melhor combinação da Matriz de Transição para que este tempo seja o menor possível.</p>
<p>Minimizar Tempos de Espera</p> <p>Dentro de uma mesma ordem de fabrico, o Artigo passará por diferentes Centros de Trabalho. Entre um Recurso e outro, é possível haver tempos de espera entre o final de um trabalho e o início do seguinte. O Planificador permite reduzir estas esperas, interligando os trabalhos dos diferentes Recursos. Com isto reduz-se, também, o WIP (<i>Work in Process</i>), já que o inventário de semi-elaborados passa directamente de um Recurso para o outro.</p>
<p>Maximizar nível de carga</p> <p>Se o ideal do caso a trabalhar for ter as máquinas com o maior nível de carga possível porque, por exemplo, são máquinas muito caras e em que o custo de inactividade é muito elevado, o Planificador permite que, sempre que haja algum trabalho por realizar, as máquinas estejam sempre ocupadas.</p>
<p>Minimizar o maior atraso</p> <p>Nalguns casos, com o objectivo de conseguir um menor número de Encomendas atrasadas, uma delas poder-se-á atrasar demasiado. Assim, o Planificador permite reduzir o maior atraso que ocorra entre as Ordens de Fabrico.</p>
<p>Maximizar a Satisfação das Prioridades</p> <p>Cada Ordem de Fabrico pode ter associada uma prioridade que vem indicada do ERP. Esta prioridade pode ser relativa à importância de um Cliente ou a qualquer outra classificação que se pretende dar às Ordens de Fabrico. O Planificador permite maximizar o cumprimento destas prioridades.</p>
<p>Minimizar Desvio em Relação as Datas de Entrega</p> <p>Cada Ordem de Fabrico tem associada a si uma data de entrega. Atraves deste critério o Planificador executa uma Programação da Produção para Trás. Desta forma, o Planificador tende a realizar as operações com foco nas datas prometidas ao cliente.</p>

Tabela 4.2 - Conjunto de Critérios de Optimização considerados no Planificador.

4.7 Indicadores

Os indicadores correspondem a um conjunto de valores estatísticos, que são configuráveis pelo utilizador do sistema. Estes indicadores permitem ajustar o algoritmo multi-critério para que este possa definir certas prioridades em relação a outras no ambiente produtivo, ou seja, não se prendendo a um único critério de optimização.

Os indicadores considerados no Izaro APS® são os apresentados na Figura 4.6.



Código	Nome	UM	Melhoria	Interesse	Val. Obj.	% Tol.
101	Tempo de Produção	%	Por Excesso	Crítico	95,00	3,00
102	Tempo de Preparação	%	Por Defeito	Crítico	12,00	3,50
103	Tempo de Inactividade	%	Por Defeito	Informativo	2,00	3,50
104	Tempo de Paragens	%	Por Excesso	Informativo	1,00	3,50
201	Ordens de Fabrico Adiantadas	%	Por Excesso	Crítico	95,00	3,50
202	Ordens de Fabrico Atrasadas	%	Por Defeito	Crítico	10,00	3,50
203	Dias de Atraso Médio	d	Por Defeito	Crítico	7,00	2,00
204	Dias de Atraso Máximo	d	Por Defeito	Informativo	7,00	2,00
205	Antecipação Média na Data de Entrega	d	Por Defeito	Informativo	7,00	2,00
206	Antecipação Máxima na Data de Entrega	d	Por Defeito	Informativo	7,00	2,00
301	Lead Time Médio	h	Por Defeito	Crítico	4,00	5,00
302	Tempo de Espera Médio	h	Por Defeito	Crítico	2,00	5,00
401	Tempo de Subcontratações	%	Por Excesso	Informativo	15,00	3,50
501	Grau de Satisfação das Prioridades	%	Por Defeito	Informativo	7,00	2,00

Figura 4.6 – Indicadores do Planificador.

Além de ser possível atribuir valores (em percentagem ou tempo) aos indicadores, é também possível definir o grau de interesse que cada um dos indicadores possui para o utilizador, incluindo desta forma, somente os indicadores que têm maior relevância.

A comparação entre os indicadores definidos e os indicadores alcançados após a invocação do algoritmo está disponível mediante uma das várias funções presentes no “Painel de Controlo” do Izaro APS®, que será apresentado na secção seguinte.

4.8 Painel de Controlo

O Painel de Controlo constitui um dos principais pontos de destaque do Izaro APS® face a produtos da concorrência, pois apresenta indicadores, estatísticas, além da comparação entre programações. As tabelas e gráficos apresentados facilitam a tomada de decisão quanto à validação da programação a seguir.

O Painel de Controlo apresenta informação referente ao resultado da planificação, permitindo optimizá-la caso seja necessário. Oferece também a possibilidade de se realizar uma comparação entre as várias programações de uma mesma Sessão. Essa comparação é realizada de uma forma muito simples, havendo a hipótese de se validar a Programação que o utilizador entenda como sendo a melhor.

A secção “Indicadores” do Painel de Controlo apresenta uma comparação entre os resultados dos indicadores obtidos com a planificação e os valores definidos como objectivo. Os indicadores que não atingiram os objectivos são identificados com um círculo vermelho, os que atingiram os objectivos muito acima da meta são identificados com um círculo verde e os que ficaram muito próximos dos valores pré-definidos são identificados com um círculo amarelo (cf. Figura 4.7).

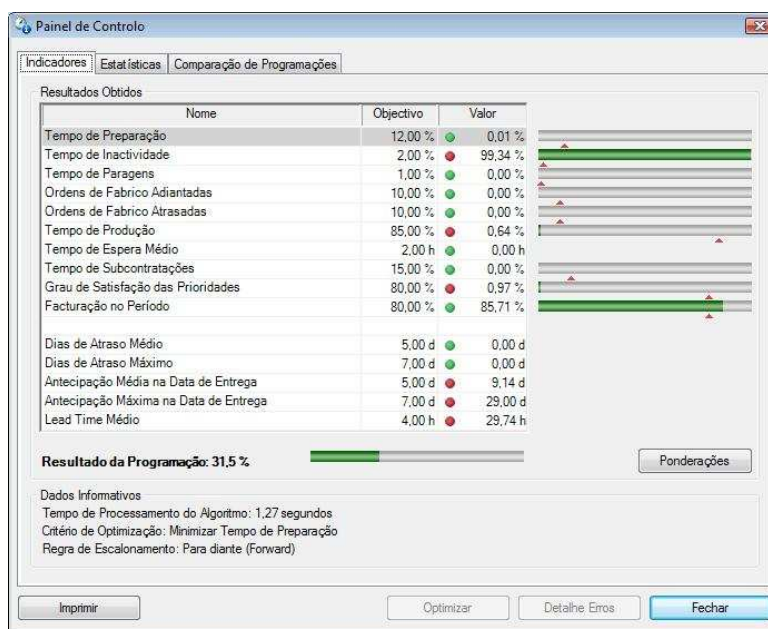


Figura 4.7 - Análise dos resultados obtidos pela programação no Painel de Controlo.

A secção “Estatísticas” do Painel de Controlo apresenta, após a planificação, a quantidade de trabalhos processados e confirmados dentro e fora do horizonte de programação. Além disso apresenta as operações e encomendas que se encontram dentro do prazo estabelecido e as adiantadas e atrasadas em relação às datas previstas. Essa informação é apresentada no Painel de Controlo de uma forma estatística e gráfica (cf. Figura 4.8).

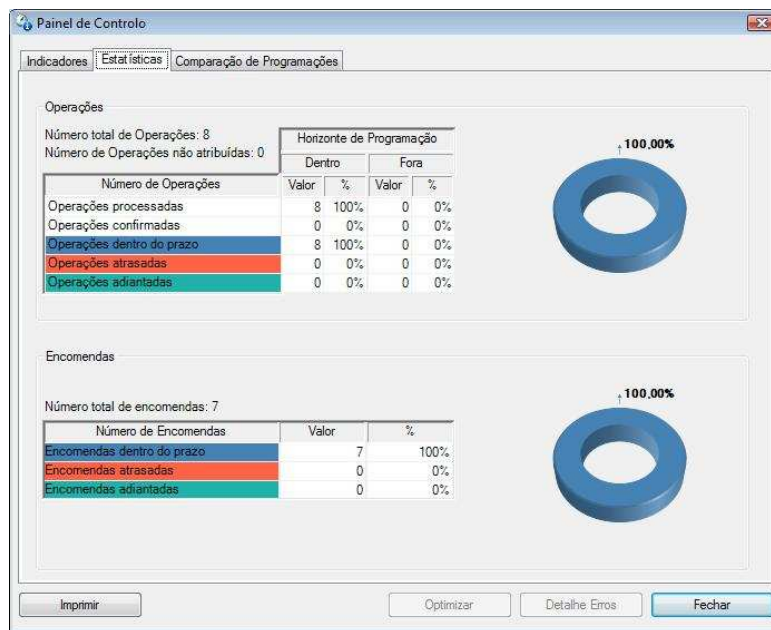


Figura 4.8 - Análise das estatísticas referentes às operações e/ou encomendas.

A Comparação de Programações constitui uma funcionalidade presente no Painel de Controlo, possibilitando gerar programações distintas e compará-las em relação a alterações definidas pelo utilizador de alguns indicadores, permitindo escolher a programação mais relevante para os objectivos da produção que se pretende atingir (cf. Figura 4.9).

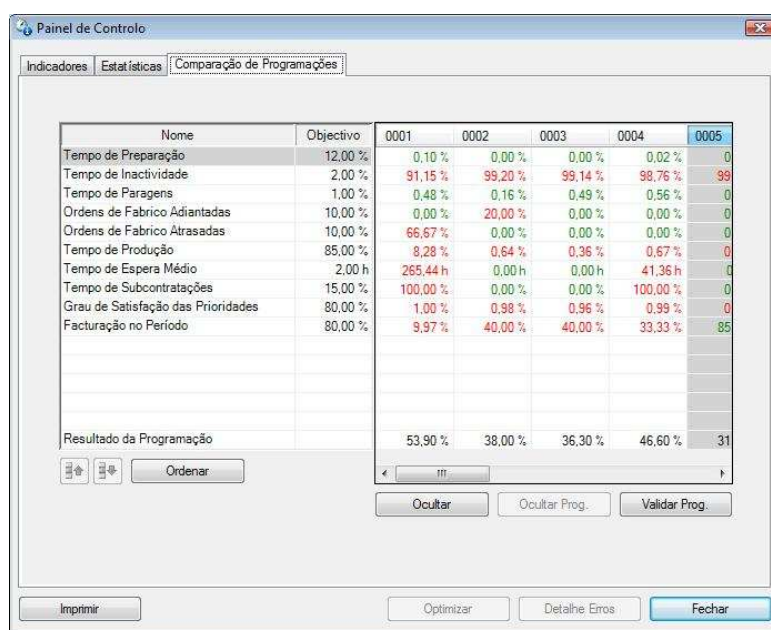


Figura 4.9 - Opção de Comparação de Programações do Painel de Controlo.

4.9 O Izaro APS® Versão 3

Com análise e desenvolvimento referentes ao primeiro semestre de 2008, o projecto da versão 3 do Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Izaro APS® surgiu como uma evolução natural, apresentando alguns novos conceitos, funcionalidades e melhoramentos na interface gráfica face à versão anterior.

O facto do sector industrial actual estar em constante modificação e ser de complexa interpretação, implica a evolução deste tipo de ferramenta, no sentido de potenciar a sua adequação e considerar um maior número de variáveis produtivas, a fim de apresentar uma planificação das ordens de fabrico mais realista no que diz respeito a tempos e optimização dos resultados para a empresa.

Nesse contexto, a Softi9 ficou responsável pelo desenvolvimento da programação da nova versão, sendo o INESC Porto responsável pelo desenvolvimento e actualização da nova versão do algoritmo multi-critério necessário para que o planificador possa funcionar de forma adequada às novas variáveis presentes na versão 3.

Como o projecto consistiu num desenvolvimento de proporções e importância consideráveis, a sua execução ocorreu de forma progressiva, apresentando alguns contratempos típicos de um projecto desta magnitude, que foram sendo contornados mediante a análise e elaboração de testes tanto para o trabalho de programação desenvolvido pela Softi9, como para o algoritmo desenvolvido pelo INESC Porto. Numa fase posterior, foram também realizados testes incorporando as duas partes do sistema a fim de testar o funcionamento completo da versão 3 do Izaro APS®. Após a correcção das falhas detectadas, o sistema passaria novamente por testes envolvendo os cenários problemáticos, a fim de analisar se os problemas haviam sido resolvidos.

Este esforço reflectiu o comprometimento das entidades envolvidas no desenvolvimento de uma ferramenta que apresentasse todos os critérios de qualidade necessários para manter consolidada a marca de soluções Izaro® como uma referência no seu mercado de actuação, assim como na apresentação de uma ferramenta que satisfizesse os requisitos estabelecidos.

4.10 Conceitos e Funcionalidades presentes na versão 3 do Iزار APS®

Como já referenciado, a versão 3 do Sistema de Planeamento e Optimização da Produção Iزار APS® destaca-se por apresentar alguns novos conceitos e funcionalidades, além de uma interface gráfica actualizada. Nesta secção, os aspectos mais relevantes desta versão serão desenvolvidos, a fim de analisar as vantagens incorporadas no ambiente industrial oferecido pelo sistema.

A parte referente aos recursos produtivos foi das que apresentou mais alterações, das quais serão destacadas três (Sub-recursos, Centros de Trabalho Homogêneos e Recursos tipo Túnel), sendo ainda apresentadas uma variável temporal designada “Tempo de Espera entre Operações”, uma forma automática de partição de operações entre recursos principais e alternativos, designada “Partição Automática de Operações”, e um novo critério de optimização do Planificador designado “Maximizar Facturação”.

4.10.1 Tempos de Espera entre Operações

Utilizando-se como referência os “Tempos de Sobreposição”, presentes na versão anterior, que correspondem a sobreposições existentes num processo produtivo em que uma operação se inicia antes do fim da operação anterior, os “Tempos de Espera entre Operações” constituem um novo conceito presente e correspondem a um período de espera mínimo entre duas operações consecutivas de uma mesma Ordem de Fabrico. Estes tempos de espera entre operações podem ser definidos com uma unidade certa (horas) ou uma unidade incerta (dias) e definidos com base no tempo de preparação ou tempo de execução da operação seguinte.

Desta forma, ordens de fabrico que necessitem de um tempo de espera entre o fim de uma operação e o início da operação seguinte, terão esse período de tempo levado em conta pelo planificador (cf. Figura 4.10), o que ocasionará um escalonamento mais fiável com a realidade do processo produtivo da ordem.

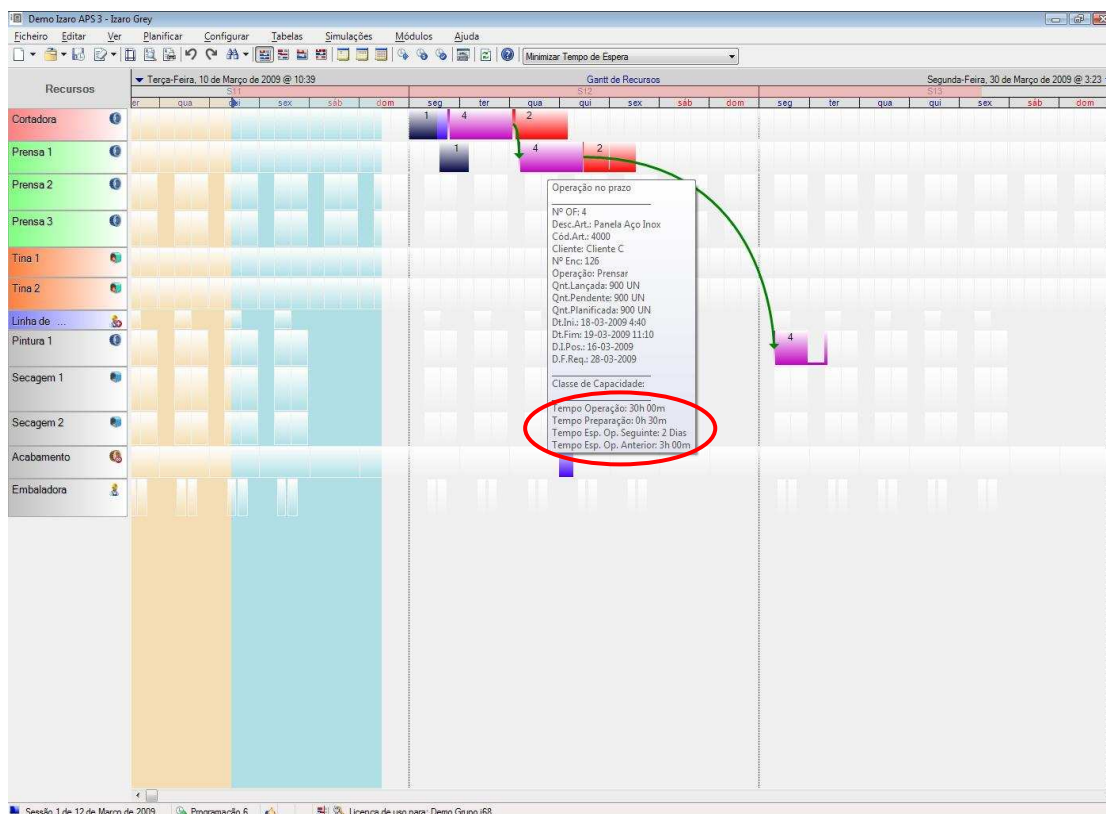


Figura 4.10 - Exemplo da utilização de tempos de espera entre operações.

4.10.2 Sub-Recursos

Para além dos cinco tipos de recursos presentes na versão anterior, uma nova sub-categoria de recursos produtivos foi integrada na nova versão. Os sub-recursos podem ser definidos como uma categoria de recursos que pode ser anexada aos recursos principais para que estes possam executar as suas actividades produtivas, apesar de não estarem vinculados a nenhum recurso específico. Tomando como exemplo, o molde de uma prensa (cf. Figura 4.11), o “molde” não corresponde a um recurso produtivo por si só, mas é utilizado pelo recurso “prensa” para realizar uma operação de moldagem. Esse molde pode ser utilizado pelas prensas 1, 2 e 3, o que torna a gestão do sub-recurso “molde” fundamental para o alinhamento do processo produtivo e corresponde a uma variável analisada pelo planificador.

Desta forma, os sub-recursos podem ser apresentados como pessoas, ferramentas, moldes, etc. Podem ainda ser necessários no tempo de preparação da operação, no tempo de execução da operação ou em ambos, além de apresentarem uma percentagem de dedicação variável nos recursos a que estão associados. Isso garante

que, mesmo que um sub-recurso seja partilhado por mais do que um recurso, serão consideradas as diferentes percentagens de dedicação do sub-recurso, para que ao planificar as operações que passem por esse recurso, dependendo da percentagem de dedicação, as operações sejam executadas em simultâneo ou em sequência no gráfico.

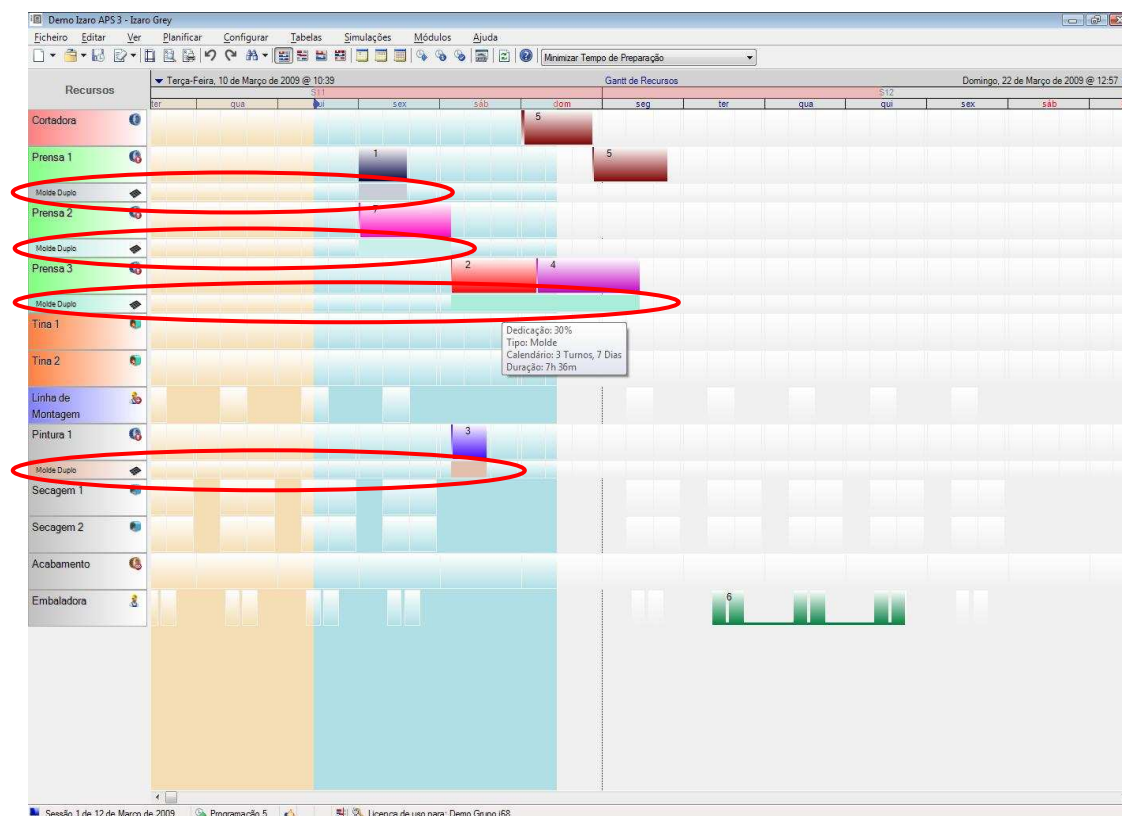


Figura 4.11 - Exemplo da utilização de sub-recursos.

4.10.3 Partição Automática de Operações

A Partição Manual de Operações já era possível na versão anterior do IZARO APS®. Permitia, como o próprio nome indica, a partição de uma operação em quantidades distintas pelo número de recursos produtivos alternativos desejados, fazendo com que os tempos de preparação e execução da operação fossem divididos pelos recursos alternativos. Para que isso fosse possível, era necessário que o operador do sistema definisse todas essas variáveis, manualmente, no ficheiro das ordens de fabrico.

A ideia inerente à Partição Automática de Operações (cf. Figura 4.12) é atribuir ao algoritmo a responsabilidade da partição de uma operação, definindo as quantidades e em que recursos essa se dará, otimizando assim o processo de execução da operação.

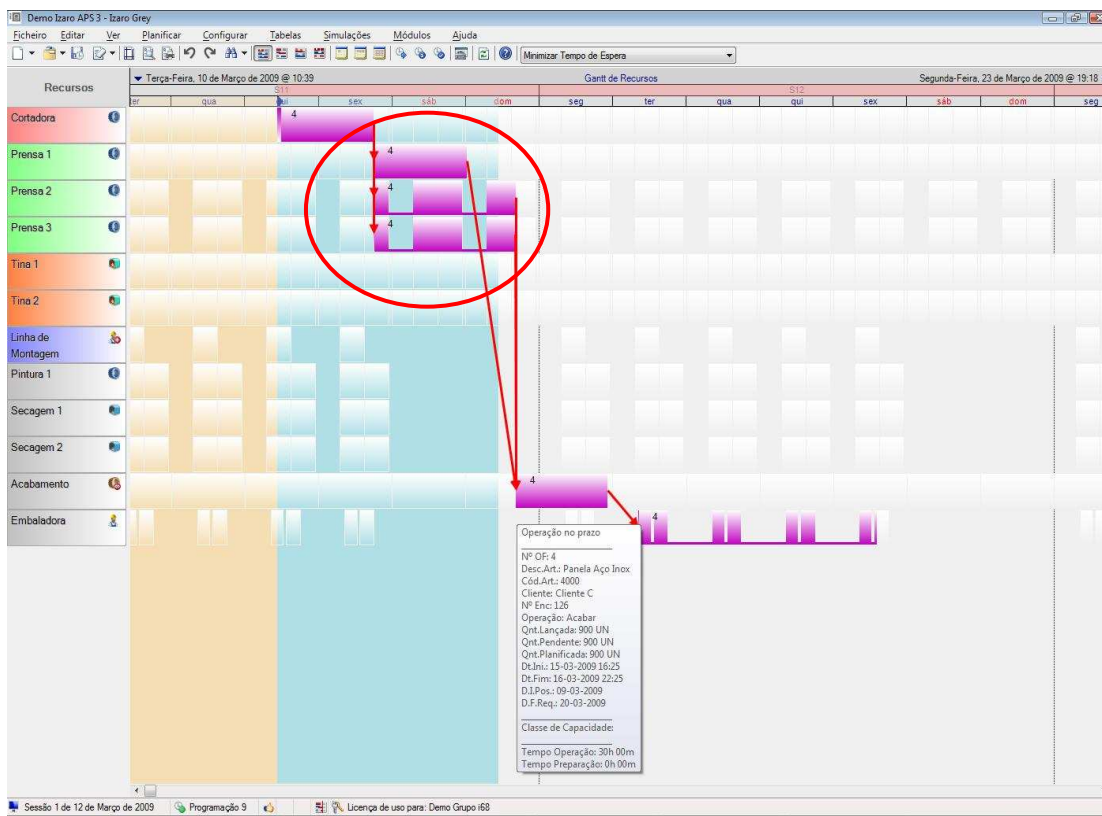


Figura 4.12 - Exemplo da utilização de partição automática de operações.

4.10.4 Centros de Trabalho Homogêneos

Com a finalidade de abranger uma maior diversidade de processos produtivos, os Centros de Trabalho Homogêneos (cf. Figura 4.13) foram associados aos recursos produtivos na versão 3 do IZARO APS®.

São utilizados nas situações onde a disposição da unidade fabril apresenta secções específicas para a realização de determinadas operações, utilizando para isso vários recursos produtivos alternativos. Dessa forma, cada secção pode ser definida como um Centro de Trabalho Homogêneo, obtendo-se assim um melhor retrato da realidade produtiva, do que se fossem incluídos todos os recursos pertencentes à secção de forma separada.

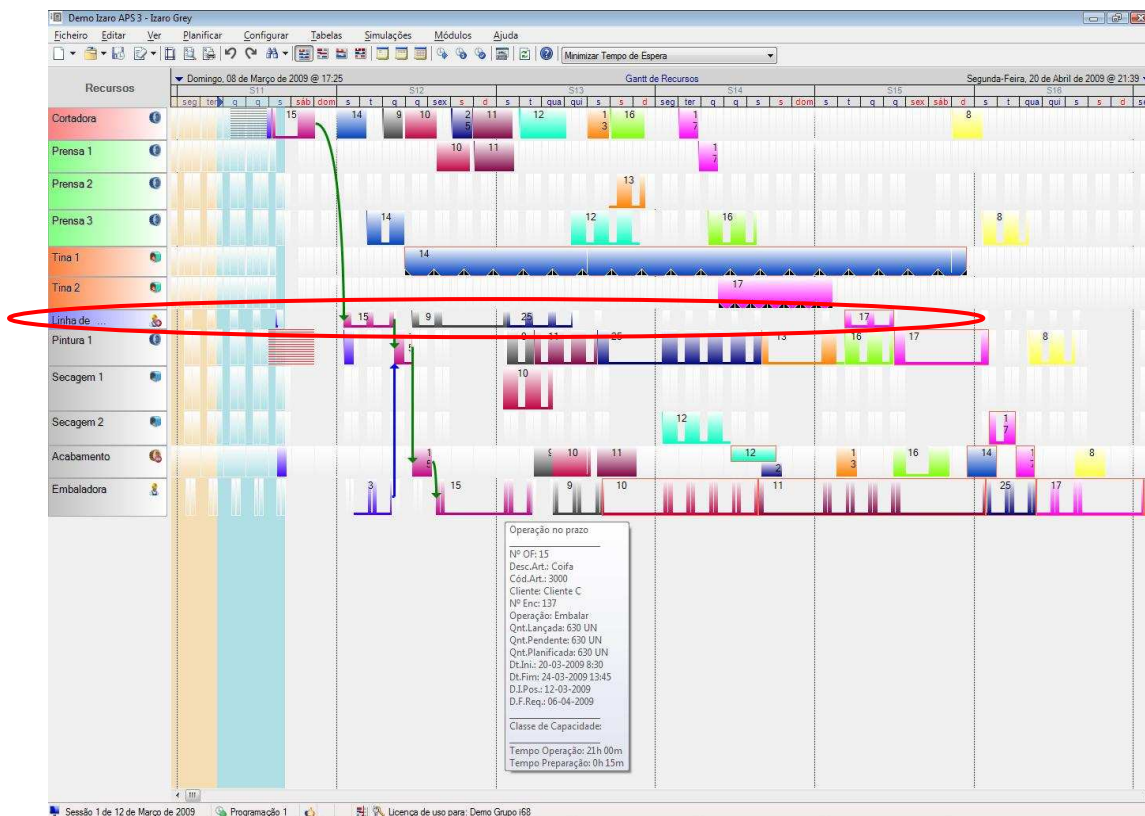


Figura 4.13 - Exemplo da utilização de centros de trabalho homogêneos.

4.10.5 Novo Critério de Optimização

Para além dos sete critérios de optimização presentes na versão anterior do IZARO APS®, a versão 3 apresenta o critério “Maximizar Facturação” (cf. Figura 4.14).

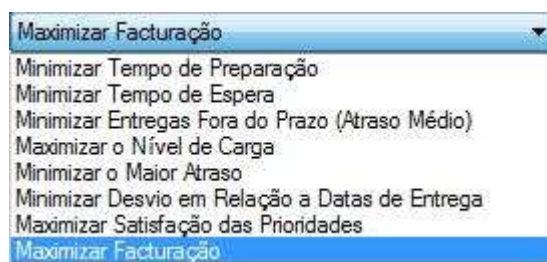


Figura 4.14 - Novo Critério de Optimização “Maximizar Facturação”.

Uma vez que a facturação é uma das principais preocupações das empresas, este novo critério vem permitir soluções que privilegiem facturar o máximo possível num determinado horizonte de planeamento.

Assim, conforme ilustra a Figura 4.15, é possível configurar o período de tempo de facturação, sendo esse período determinado a partir da data de início da planificação da ordem de fabrico.

The image shows a software configuration window titled "Configurar Ambiente". It contains various input fields and checkboxes for setting up the environment. The "Período de Facturação" field is highlighted with a red oval and is set to "30" with the unit "Dias". Other fields include "Nome" (Demo IZARO APS 3), "Utilizador" (Isequeira), "Pasta Interface" (D:\Guardar\FelipeSequeira\Cópia de izs), "Data Referência" (Data e Hora de Reporting do ERP), "Hora Referência" (08:00:00), "Período de Pré-visualização" (2 Dias), "Período de Horizonte de Programação" (100 Dias), "Período de Congelamento" (3 Dias), "Arredondamento" (5 Minutos), "Tempo Limite Iterações" (30 Segundos), "Altura Normal Recursos" (15), "Critério de Optimização" (Minimizar Desvio em Relação a Datas de Entrega), and "Nº Sessões Históricas" (10). There are also checkboxes for "Interface com ERP", "Integração de Ordens de Fabrico Manuais", and "Trabalhar com Ordens de Fabrico Planificadas". Buttons at the bottom include "Desempate", "Sobreposições e Esperas", "Aceitar", and "Fechar".

Figura 4.15 - Configuração do Período de Facturação.

4.10.6 Recursos tipo “Túnel”

Apesar deste recurso produtivo já se encontrar presente na versão anterior, na versão 3 está expandido com novas funcionalidades, no intuito de se tornar mais dinâmico e conseguir retratar de forma mais realista o ambiente industrial.

Um recurso do tipo “Túnel” (cf. Figura 4.16) corresponde a um recurso que trabalha de forma contínua, por exemplo, um túnel de secagem. Num recurso deste tipo, enquanto uma passadeira faz o transporte de materiais, uma corrente de ar quente é produzida dentro do túnel, com a finalidade de realizar operações como termo-encolhimento de lacres e rótulos, secagem, desumidificação e aquecimento. Este tipo de recurso é aplicado em diversos sectores industriais nomeadamente alimentar, têxtil e cerâmica.

Muitos dos conceitos aplicados para este tipo de recurso baseiam-se em conceitos já utilizados na versão anterior para o recurso tipo “batch” (forno). Nesse sentido, as matrizes de capacidade e de compatibilidade, têm como objectivo gerar um melhor aproveitamento de um recurso tipo “túnel”, pois possibilitam a definição de ciclos de produção, onde mediante o estabelecimento da compatibilidade entre artigos, a constância da produção é garantida (cf. Figura 4.17 e 4.18).

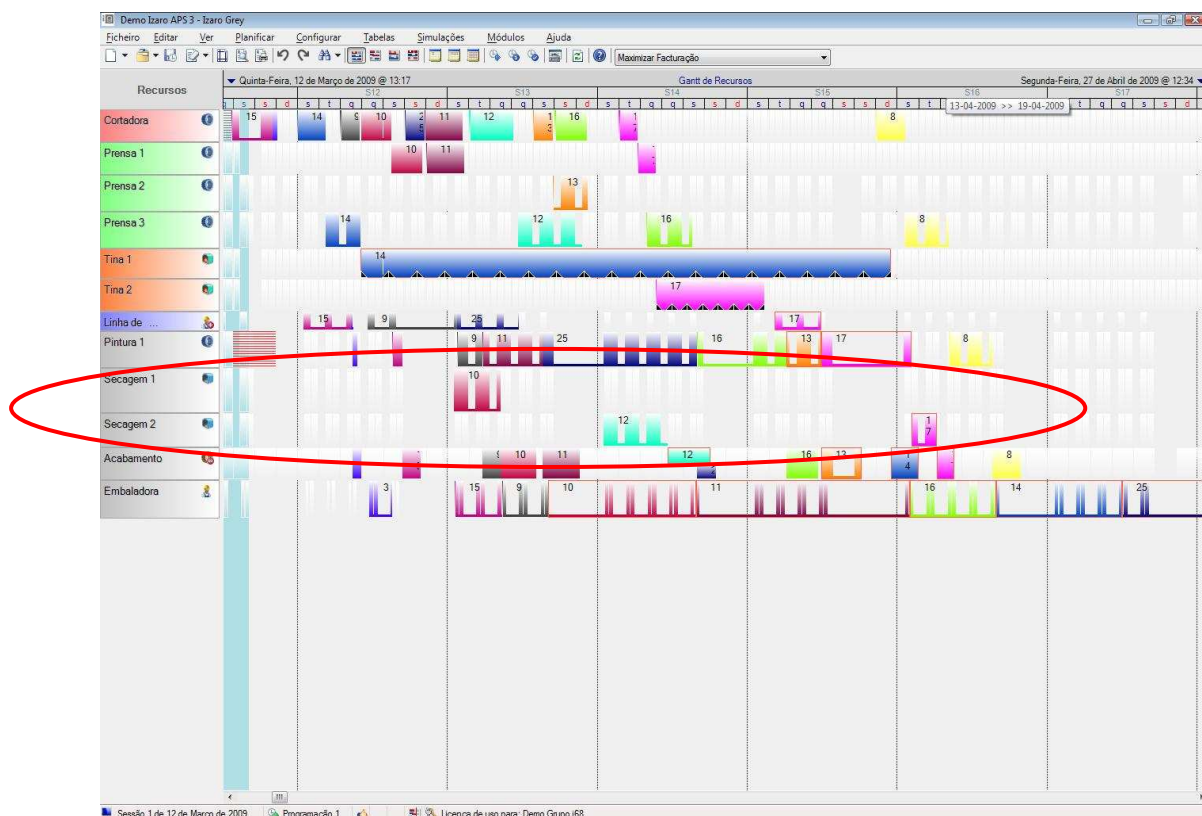


Figura 4.16 - Exemplo da utilização de recursos tipo “Túnel”.

Recurso: S1 - Secagem 1

Classe de Capacidade	Descrição	Valor
A	Tacho	120
B	Caçarola	50
C	Frigideira	70

Novo Modificar Eliminar Aceitar Cancelar

Figura 4.17 - Configuração da Matriz de Capacidades para um recurso tipo "Túnel".

Recurso: S1 - Secagem 1

Classe de Agrupamento	Secagem L..	Banho1	Banho2	Banho3
Acabamento Premium	●	●	●	●
Acabamento Normal	●	●	●	●

Fechar

Figura 4.18 - Configuração da Matriz de Compatibilidade para um recurso tipo "Túnel".

Como se pode concluir, quanto maior for o número de variáveis incluídas no sistema de planeamento e optimização da produção Izaro APS®, mais os benefícios serão alcançados no ambiente industrial, pois será possível obter um maior controlo dos processos e um planeamento e programação da produção mais aproximados da realidade.

4.11 Testes do novo algoritmo e funcionalidades da versão 3 do Izaro APS®

O desenvolvimento da nova versão do Izaro APS®, constituiu um grande projecto, que compreendeu várias actividades e implicou o envolvimento de diversas pessoas entre as instituições parceiras da Softi9, como o INESC Porto e o Grupo i68.

Entre as várias actividades realizadas durante o processo de desenvolvimento de um sistema, a análise e a realização de testes apresentam-se como vitais para que o sistema apresente um padrão de qualidade e funcionalidade coerente com os critérios definidos pela empresa desenvolvedora do mesmo, gerando a confiança do cliente na empresa e nos seus produtos.

Foram realizados testes da nova versão do Izaro APS® com o intuito de avaliar a nova versão do algoritmo de planificação da produção, os novos conceitos e funcionalidades e a parte gráfica do sistema. Os testes foram criados mediante a definição de que funcionalidades seriam testadas por programação, sendo cada programação testada por todos os critérios de planificação do algoritmo multi-critério. Assim, seria possível realizar uma análise detalhada de como o sistema estava a operar.

Na lista que se segue, são apresentadas as funcionalidades testadas pelo autor:

- Sub-recursos;
- Recursos tipo “Túnel”;
- Centros de Trabalho Homogéneos;
- Definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição;
- Partição Automática de Operações;
- Partição Manual de Operações;
- Partição Automática de Operações e Partição Manual de Operações;
- Tempos de Espera e Tempos de Sobreposição;
- Dependência entre operações de ordens de fabrico distintas;
- Recursos tipo “Batch” e Recursos tipo “Túnel”;
- Recursos tipo “Túnel”, dependência entre operações de ordens de fabrico distintas e definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição;
- Definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição, Tempos de Espera, Tempos de Sobreposição;

- Definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição, Tempos de Espera, Tempos de Sobreposição e Sub-recursos;
- Dependência entre operações de ordens de fabrico distintas, definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição, Tempos de Espera e Tempos de Sobreposição;
- Definição de características associadas a algumas operações de uma ordem de fabrico através da Matriz de Transição, dependência entre operações de ordens de fabrico distintas, Recursos tipo “Túnel” e Recursos tipo “Batch”

Por cada funcionalidade da lista apresentada, foram realizados testes relativamente a cada um dos oito critérios de optimização do planificador, sendo cada situação desdobrada em oito testes distintos. Para além destes, ainda poderiam ser feitos testes adicionais incluindo determinadas definições para variáveis associadas às ordens de fabrico (confirmação de operações de uma ordem de fabrico, movimentação de operações entre recursos alternativos e principais, etc). Assim, no período de realização desta actividade do estágio foram realizados cerca de 200 testes.

A Figura 4.19 apresenta um fluxograma do processo de realização de um teste que ilustra todas as fases do processo, desde a definição das funcionalidades a testar por programação, até ao encaminhamento dado aos erros, quando estes ocorriam.

A ideia de se retratar o processo de testes a partir de um fluxograma, advém da facilidade de interpretação que este tipo de gráfico proporciona, ao representar uma actividade que implica a avaliação de condições, a execução de caminhos alternativos e a execução de iterações e que foi exhaustivamente executada pelo autor.

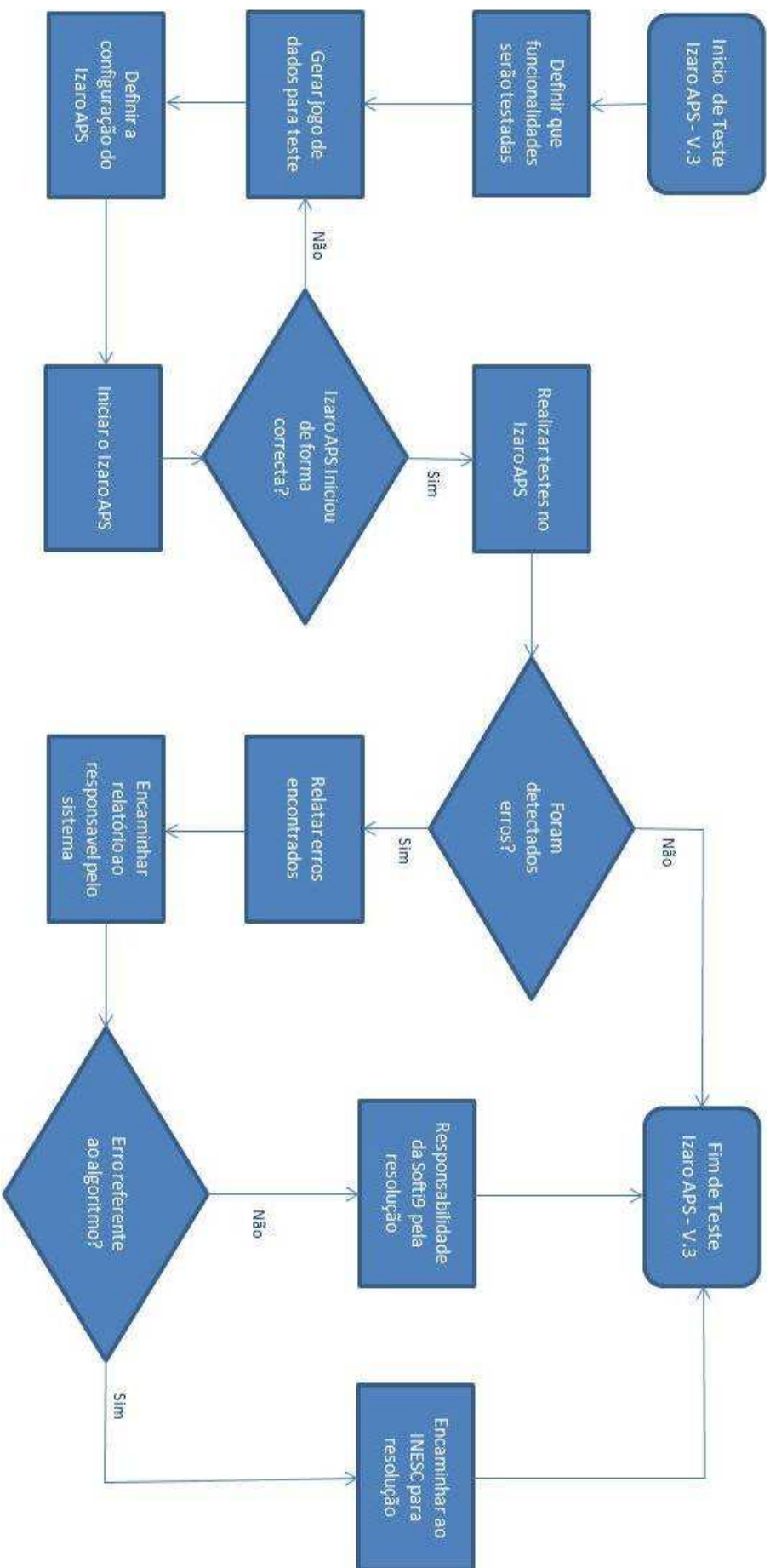


Figura 4.19 - Fluxograma do processo de realização de testes da nova versão do Izaro APS®.

4.11.1 Exemplo de teste realizado na versão 3 do Iزار APS®

Nesta secção será descrito um teste referente a uma funcionalidade oferecida pelo sistema, a funcionalidade “Sub-recursos”, com o objectivo de forçar a utilização da funcionalidade ao máximo e verificar o comportamento do algoritmo de Planificação.

Será também feita uma análise dos resultados obtidos no teste, descrevendo os erros obtidos e a sua justificação e indicando o encaminhamento dado a essas situações.

Os ficheiros em XML (eXtensible Markup Language) de ordens de fabrico, de recursos e de calendário de recursos, correspondentes ao teste descrito são apresentados no Anexo A.

Teste da funcionalidade “Sub-recursos”

Objectivo: Forçar a utilização da funcionalidade ao máximo.

Neste teste foi criado um jogo de dados com as seguintes configurações:

- Recursos: 12 recursos (cf. Tabela 4.3)

Tipo do recurso	Nome do recurso	Carregamento	Calendário horas/ dia	Calendário dias/ semana
Máquina	Cortadora	Finito	24	7
Máquina	Prensa 1	Finito	24	7
Máquina	Prensa 2	Finito	24	7
Máquina	Prensa 3	Finito	24	7
Forno	Tina 1	Finito	24	7
Forno	Tina 2	Finito	24	7
Centro de Trabalho Homogéneo	Linha de Montagem	Finito	8	5
Máquina	Pintura 1	Finito	24	7
Túnel	Secagem 1	Finito	16	5
Túnel	Secagem 2	Finito	16	5
Subcontratação	Acabamento	Infinito	24	7
Operário	Embaladora	Finito	8	5

Tabela 4.3 – Configuração atribuída ao ficheiro dos recursos.

- Sub-recursos: 3 sub-recursos (cf. Tabela 4.4)

Tipo do Sub-recurso	Nome do Sub-recurso	Vínculo	Calendário horas/ dia	Calendário dias/ semana
Molde	Molde duplo	Prensas 1, 2 e 3	24	7
Ferramenta	Punção		24	7
Operário	Operário Especializado		16	5

Tabela 4.4 - Configuração atribuída ao ficheiro dos sub-recursos.

- Ordens de Fabrico: 6 ordens de fabrico (cf. Tabela 4.5)

Nº da Ordem de fabrico	Tamanho do pedido (un.)	Nome do Produto	Possível data de início da ordem	Data requerida da ordem	Operação	Recurso Principal	Recurso Alternativo 1	Recurso Alternativo 2	Tempo de preparação da operação principal (min.)	Tempo de execução da operação principal (min.)	Tempo de preparação da operação alternativo 1 (min.)	Tempo de execução da operação alternativo 1 (min.)	Tempo de preparação da operação alternativo 2 (min.)	Tempo de execução da operação alternativo 2 (min.)	Sub-recurso vinculado	Percentagem de utilização do sub-recurso ao recurso principal (%)	Percentagem de utilização do sub-recurso ao recurso alternativo 1 (%)	Percentagem de utilização do sub-recurso ao recurso alternativo 2 (%)
1	600	Panela Esmaltada	13-05-2009	15-05-2009	Prensagem	Prensa 1			860						Molde Duplo	40		
2	750	Panela Teflon	13-05-2009	16-05-2009	Prensagem	Prensa 3	Prensa 1	Prensa 2	20	1500	15	1700	35	1300	Molde Duplo	30	20	30
3	300	Cofa	13-05-2009	16-05-2009	Primar	Pintura 1			30	600					Molde Duplo	20		
4	900	Panela Aço Inox	13-05-2009	16-05-2009	Prensagem	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3	35	1600	25	1950	30	1800	Molde Duplo	20	20	20
5	600	Artigo 5	15-05-2009	18-05-2009	Cortar	Cortadora			60	1200								
					Prensagem	Prensa 3	Prensa 1	Prensa 2	15	1200	25	1300	10	1150				
6	750	Panela Esmaltada	17-05-2009	27-05-2009	Embalar	Embaladora			5	1500								

Tabela 4.5 - Configuração atribuída ao ficheiro das ordens de fabrico.

Após a definição do jogo de dados associado ao teste da funcionalidade “Sub-recursos”, foi iniciado o teste da funcionalidade para cada um dos 8 critérios do Planificador.

Após a execução das diferentes situações de teste, ocorreram os seguintes erros:

- Erro Nº 1:

Empilhamento de operações de ordens de fabrico que possuem as mesmas configurações de recursos principais, alternativos e sub-recursos (ordens de fabrico Nºs 2 e 4). Este erro ocorreu no sistema após ter sido invocado o critério de otimização do planificador “Minimizar Tempo de Preparação” e a operação da ordem de fabrico se encontrar “confirmada” (Nº 4) (cf. Figura 4.20). Este erro ocorreu independentemente do recurso onde a operação “confirmada” se encontrava.

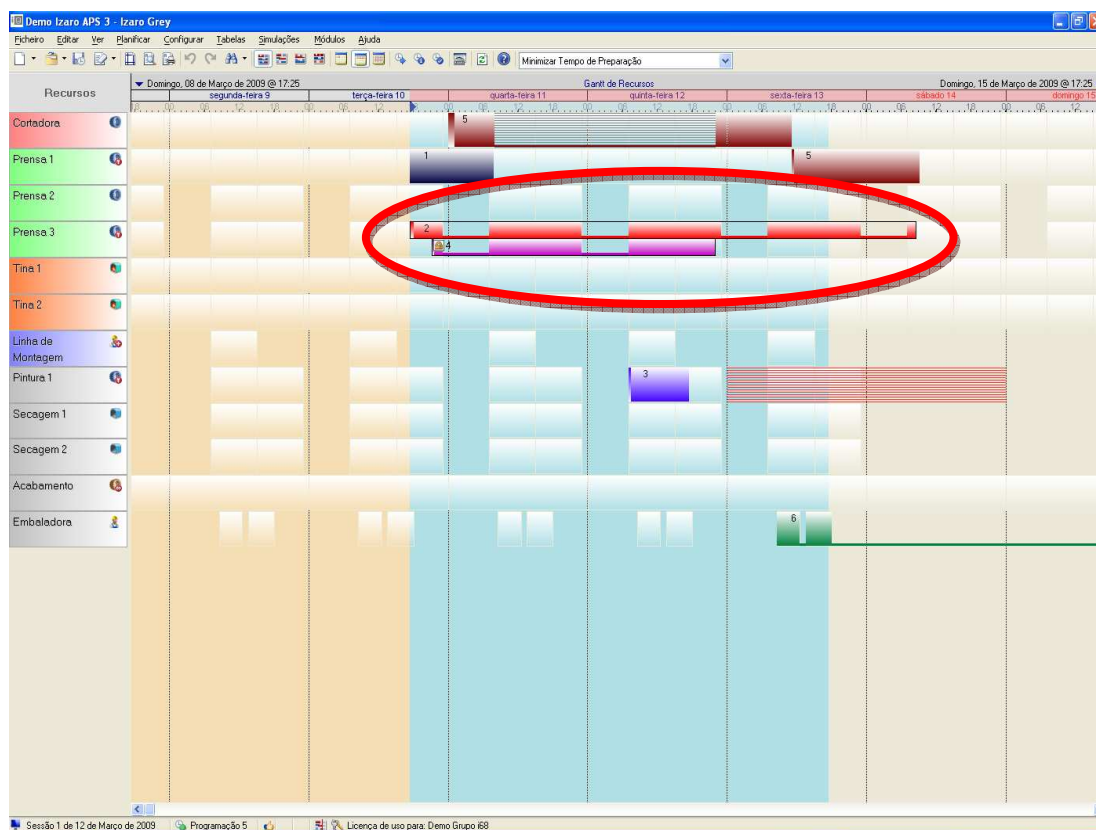


Figura 4.20 – Erro Nº 1 encontrado na realização de testes da funcionalidade “Sub-recursos”.

Como o recurso onde ocorreu o empilhamento de operações das duas ordens de fabrico é de capacidade finita, este tipo de comportamento não deveria ocorrer, visto os recursos com este tipo de carregamento não terem capacidade de atender duas operações em simultâneo, pois sua capacidade total é dedicada a uma operação por vez.

- **Erro Nº 2:**

Definindo a percentagem de dedicação do sub-recurso como maior que 100% no somatório dos quatro recursos a que está vinculado, ao se invocar o algoritmo para o escalonamento das operações ocorre o bloqueamento do sistema (cf. Figura 4.21).

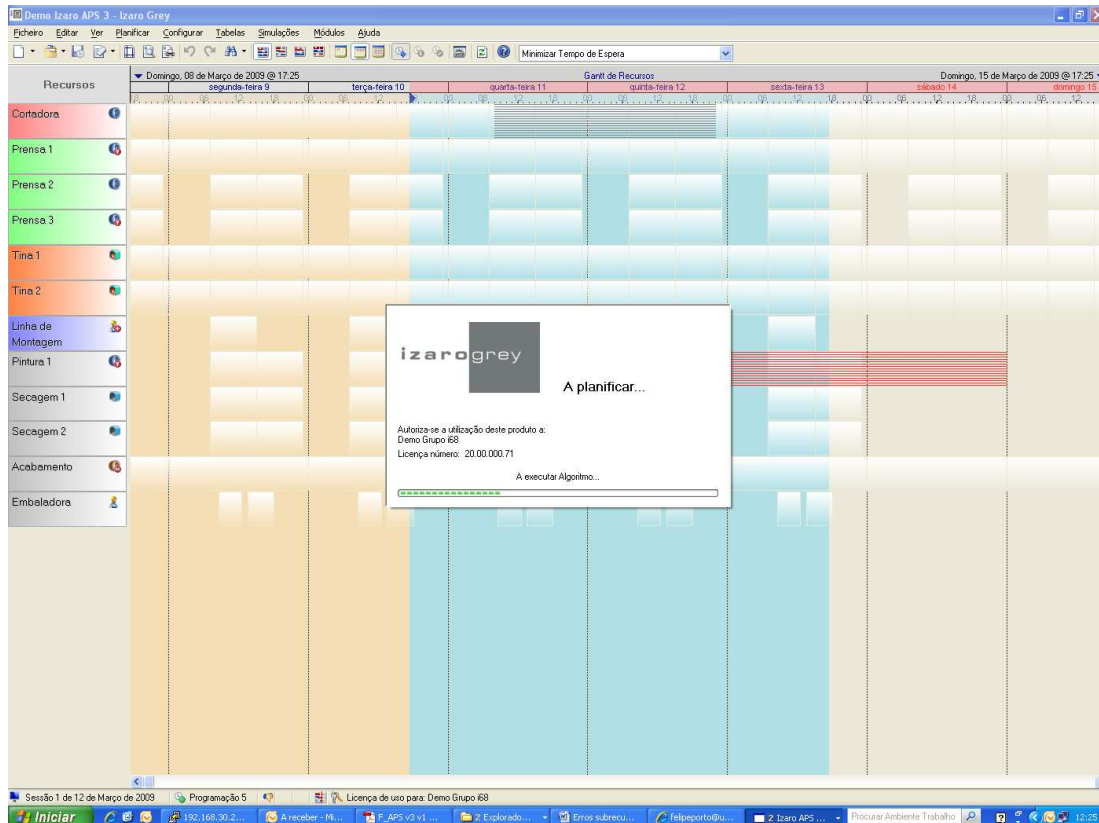


Figura 4.21 - Erro Nº 2 encontrado na realização de testes da funcionalidade “Sub-recursos”.

Com a percentagem de dedicação do sub-recurso definida acima de 100% no somatório dos quatro recursos a que está vinculado, o escalonamento deveria ocorrer de forma a que as restrições fossem respeitadas e as operações fossem planificadas em períodos de tempo onde pudessem ser executadas pelos recursos.

- Erro Nº 3:

Definindo o mesmo tipo de calendário para os recursos que utilizam o mesmo sub-recurso, quando a percentagem total de tempo dedicado pelo sub-recurso aos recursos for superior a 80%, o sistema bloqueia se o planificador for invocado com qualquer um dos critérios de optimização. (cf. Figura 4.22).

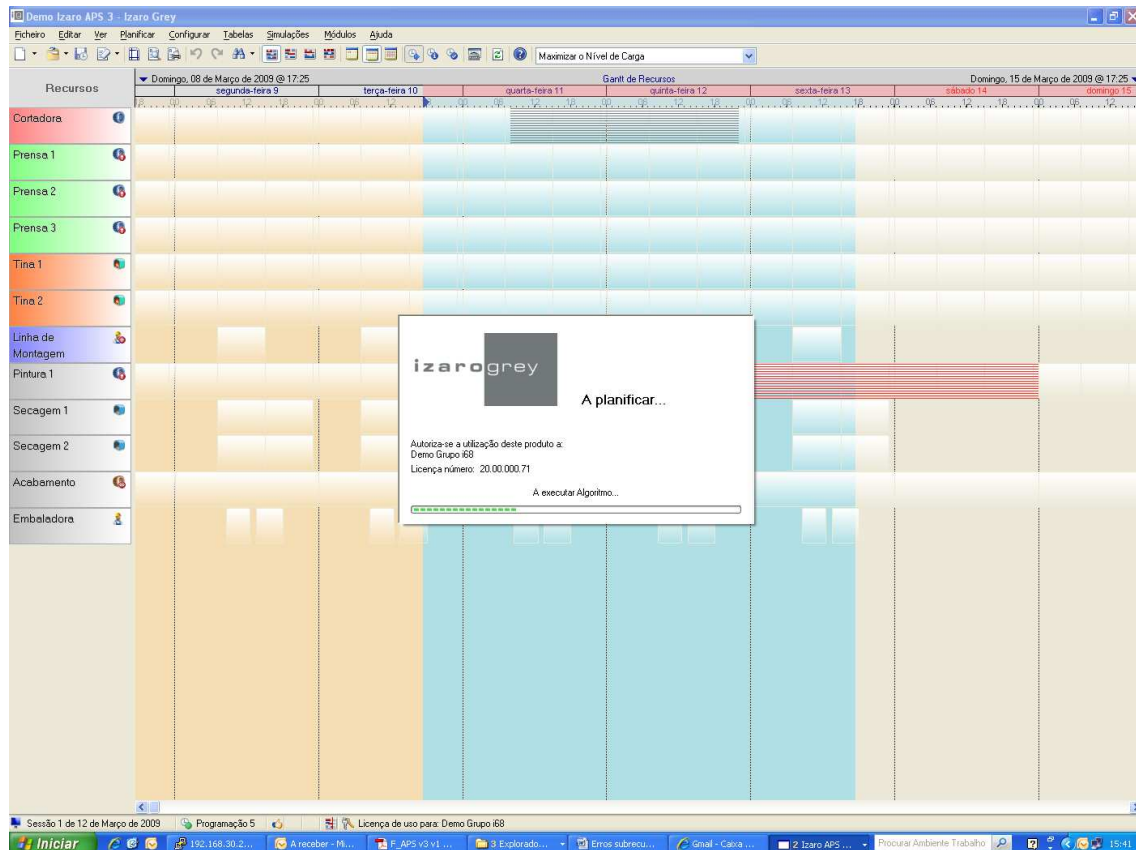


Figura 4.22 - Erro Nº 3 encontrado na realização de testes da funcionalidade “Sub-recursos”.

O tipo de calendário definido para um recurso e a percentagem de tempo dedicado pelo sub-recurso aos recursos, não deveriam ser responsáveis por ocasionar um erro de bloqueio do sistema. Nessa situação, o Planificador deveria resolver o problema escalonando as ordens de fabrico associadas aos recursos de forma a não serem executadas em simultâneo.

As situações de erro ocorridas foram reportadas ao responsável pelo projecto para o devido encaminhamento às equipas responsáveis pelo desenvolvimento. No total dos testes efectuados, foram detectados 29 erros, correspondendo a uma taxa de erro aproximada do sistema de 14,5%.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho vem salientar a importância do desenvolvimento e disponibilização de sistemas de informação empresariais inovadores e sofisticados, nomeadamente na área da gestão da produção.

Isso acontece, sobretudo, face à exigência de competitividade e à necessidade de tratamento adequado da logística e dos diversos cenários associados à produção no mercado global actual. Mostrou-se que os sistemas APS desempenham um papel determinante para a diferenciação e eficácia da gestão das organizações na área da produção, desde a gestão das funções de “chão de fábrica”, através da automatização dos processos, até ao suporte à tomada de decisão associada ao planeamento e controlo da produção.

Com a análise funcional da nova versão do Izaro APS® e dos novos conceitos nela presentes, foi possível observar que, com a evolução do sistema, houve uma ampliação referente aos possíveis cenários industriais retratáveis no mesmo. Essa evolução revela-se fundamental para que uma ferramenta como esta possa ser realmente competitiva no mercado onde actua.

Relativamente ao processo de desenvolvimento da nova versão do Izaro APS®, este ocorreu sem grandes problemas por parte da Softi9. No entanto, em relação ao desenvolvimento do algoritmo incluído na versão 3, algumas falhas foram detectadas que comprometiam as funcionalidades pretendidas para o sistema. Porém, como na generalidade de projectos desta magnitude, entende-se que as dificuldades fazem parte do processo de desenvolvimento e servem como aprendizagem e lições a retirar para os próximos passos a serem dados pela Softi9, como o desenvolvimento da versão 4 do Izaro APS®, que já se encontra em fase de elaboração.

Por último, é de salientar o interesse apresentado pela Softi9 em potenciar a exploração dos seus produtos e a respectiva aquisição de experiências, assim como o desenvolvimento de documentação associada de cariz académico e técnico. Este esforço constitui uma contribuição importante na formação de alunos de graduação e pós-graduação, além de alimentar uma base de conhecimento bibliográfico, técnico e experimental determinante para a evolução da experiência e conhecimento na área da gestão da produção, que poderá ser utilizada pela empresa e todas as demais entidades com interesse neste tipo de sistemas.

BIBLIOGRAFIA

BINGI, P.; SHARMA, M. K.; GODLA, J. (1999), *Critical issues affecting an ERP implementation*, Information Systems Management, 5ª Edição, V. 16.

BALJET, P. (1999), *Manufacturing Execution System: Manufacturing process improvement through plant-wide visibility with MES*, National Electronic Packaging and Production Conference-Proceedings of the Technical Program, (West and East), V. 2.

CARRAVILLA, M. A. (1999), *MRP & CRP*. In PCP 1999/2000 Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

CHUNG, S. L.; JENG, M. (2002), *Manufacturing Execution System (MES) for semiconductor manufacturing*, Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, V 4.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. (2006), *Administração de produção e operações: manufatura e serviço, uma abordagem estratégica*, 2ª Edição, Editora Atlas, São Paulo.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, G. N. (1993), *Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico*, Editora Atlas, São Paulo.

COURTOIS, A.; PILLET, M.; MARTIN, C. (1997), *Gestão da Produção*, Lidel Edições Técnicas, Lisboa.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. (2001), *Fundamentos da administração da produção*. Bookman, Porto Alegre.

DULLIN, E. (1998), *Powering the Supply-Chain with Enterprise and Plantic-Centric Scheduling*, APICS – The Performance Advantage.

ENGLAND. (2002), *Finite capacity scheduling: an introductory guide for manufacturers*. Department of Trade and Industry, London.

HESS, U. (1998), *The Care and Feeding of Real-Time Advanced Planning and Scheduling*, APICS – The Performance Advantage.

LITTLE, D.; PECK, M.; ROLLINS, R.; PORTER, K. (2000), *Business drivers not sector membership determine the most effective production planning and control; a novel approach to a perennial problem*, Production Planning and Control, Volume 11, Issue 7, October 2000.

Manual Do Utilizador Iزارo APS (*Advanced Planning System*) (2008), *Planeamento e Optimização da Produção*, Versão 1.0, Softi9.

MOURA, R. A. (1999), *Kanban: a simplicidade do controle da produção*, Instituto de Movimentação e Montagem de Materiais, IMAM, São Paulo.

OLHAGER, J.; WIKNER, J. (2000), *Production planning and control tools*, Production Planning and Control, V. 11.

PONTES, A. L. (2009), *PCP e PERT-CPM*, XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Outubro 2009, Rio de Janeiro.

PEDROSO, M. C.; CORRÊA, H. L. (1996), *Sistemas de programação da produção com capacidade finita: uma decisão estratégica?*, RAE - Revista de Administração de Empresas, V. 36, n. 4.

PLENERT, G.; KIRCHMIER, B. (2000), *Finite Capacity Scheduling: management, selection and implementation*, John Wiley & Son, New York.

SLACK, Nigel; AILTON, B. B. (1997), *Administração da produção*. 2ª Edição, Atlas, São Paulo.

SILVA, F.; ALVES, J. A. (2001), *ERP e CRM*, Centro Atlântico, Portugal.

STARBEK, M.; GRUM, J. (2000), *Selection and implementation of a PCP system*. V. 11, Taylor and Francis Ltd, London.

TUBINO, D. F. (2000), *Manual de Planejamento e Controle da Produção*, 2ª Edição, Atlas, São Paulo.

TURBIDE, David. (2000), *What happened to APS?*, Advanced Planning & Scheduling, Midrange Enterprise, October 2000.

ZACCARELLI, S. (1979), *Programação e Controle da Produção*. 8ª Edição, Livraria Pioneira Editora, São Paulo.

ZATTAR I. C. (2004), *Análise da aplicação dos sistemas baseados no conceito de capacidade finita nos diversos níveis da administração da manufatura através de estudos de caso*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.

WEBGRAFIA

Softi9 – Inovação em Software. Acesso: Fevereiro, 17, 2009. Web site: <http://www.softi9.pt>.

Grupo i68. Acesso: Fevereiro, 20, 2009. Web site: <http://www.grupoi68.com>.

INESC Porto - Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores do Porto. Acesso: Fevereiro, 27, 2009. Web site: <http://www2.inescporto.pt>.

Primavera BSS Corporate. Acesso: Junho, 04, 2009. Web site: <http://www.primaverabss.com/pt>.

Microcore Systems GmbH. Acesso: Junho, 04, 2009. Web site: <http://www.microcore-systems.de/>.

APTRA - Consultoria em Sistemas de Informação. Acesso: Junho, 6, 2009. Web site: <http://www.aptra.pt/>.

Simple SP.Z O.O. Acesso: Junho, 10, 2009. Web site: <http://www.simple.com.pl/>.

Horizon Software – *MRP Plus*. Acesso: Outubro, 28, 2009. Web site: <http://www.mrpplus.com/>.

DBA Manufacturing - *Looking for MRP software?* Acesso: Outubro, 28, 2009. Web site: http://www.dbamanufacturing.com/topics/mrp_system/.

Epicor Manufacturing Solutions - *Manufacturing Software Solutions*. Acesso: Outubro, 28, 2009. Web site: <http://www.epicor.com/INDUSTRIES/MANUFACTURING/Pages/Manufacturing.aspx>.

Seradex - *Seradex MRP II Software Products*. Acesso: Outubro, 28, 2009. Web site: http://www.seradex.com/ERP/MRP_II.php.

Tuppas Software - *Manufacturing Resource Planning Software*. Acesso: Outubro, 28, 2009. Web site: <http://www.tuppas.com/manufacturing-resource-planning-software/manufacturing-resource-planning-software.htm>.

SAP AG – *SAP líder mundial em software ERP*. Acesso: Outubro, 29, 2009. Web site: <http://www.sap.com/portugal/solutions/business-suite/erp/index.epx>.

Oracle Aplicações - *Oracle E-Business Suite*. Acesso: Outubro, 29, 2009. Web site: <http://www.oracle.com/us/products/applications/ebusiness/index.htm>.

Microsoft - *Microsoft Dynamics NAV is a complete ERP solution with a difference*. Acesso: Outubro, 29, 2009. Web site: <http://www.microsoft.com/dynamics/en/us/Products/nav-overview.aspx>.

SAP AG - *SAP MANUFACTURING EXECUTION*. Acesso: Outubro, 30, 2009. Web site: <http://www.sap.com/solutions/manufacturing/manufacturing-execution/index.epx>.

Oracle Applications – *ORACLE MANUFACTURING EXECUTION SYSTEM FOR DISCRETE MANUFACTURING*. Acesso: Outubro, 30, 2009. Web site: <http://www.oracle.com/applications/manufacturing/manufacturing-execution-system-data-sheet.pdf>.

Siemens AG - *SIMATIC IT for Optimum Market and Manufacturing Responsiveness*. Acesso: Outubro, 30, 2009. Web site: http://www.automation.siemens.com/mes/simatic-it/index_76.htm.

JobTime Systems Inc. - *Finite Capacity Scheduling. Advanced Planning and Scheduling*. Acesso: Outubro, 30, 2009. Web site: <http://www.jobtime.com/>.

Taylor Scheduling Software - *Taylor Scheduler*. Acesso: Outubro, 30, 2009. Web site: http://www.taylor.com/products/taylor_scheduler.php.

Preactor International - *Scheduling Software*. Acesso: Setembro, 16, 2009. Web site: <http://www.preactor.com/Products/Scheduling-Software.aspx>.

Asprova Corporation - *Asprova Advanced Planning and Scheduling (APS)*. Acesso: Setembro, 18, 2009. Web site: <http://www.asprova.com/en/asprova/20090224225959.html>.

Agile Manufacturing Software - *ORTEMS Production Scheduler (PS)*. Acesso: Setembro, 18, 2009. Web site: <http://www.ortems.com/gb-planning-scheduling/solutions/production-scheduler.php>.

ANEXOS

ANEXO A – FICHEIROS EM XML CORRESPONDENTES AO TESTE APRESENTADO NO CAPÍTULO 4

ANEXO A1 – Ficheiro de Recursos

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!-- Gerado por Izaro Grey (c) Informática 68, S.A. -->
<RESOURCES>
  <RESCLASS>
    <RESCLASSCODE>1</RESCLASSCODE>
    <RESOURCE>
      <RESCODE>CO</RESCODE>
      <RESNAME>Cortadora</RESNAME>
      <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
      <RESMAINTYPE>1</RESMAINTYPE>
      <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
      <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
      <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
      <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
      <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
      <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
      <RESCOLOR>#FF8080</RESCOLOR>
      <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
      <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
      <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
      <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
      <SATURATION>100.00</SATURATION>
    </RESOURCE>
    <RESOURCE>
      <RESCODE>PR1</RESCODE>
      <RESNAME>Prensa 1</RESNAME>
      <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
      <RESMAINTYPE>1</RESMAINTYPE>
      <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
      <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
      <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
      <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
      <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
      <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
      <RESCOLOR>#80FF80</RESCOLOR>
      <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
      <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
      <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
      <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
      <SATURATION>90.00</SATURATION>
    </RESOURCE>
    <RESOURCE>
      <RESCODE>PR2</RESCODE>
      <RESNAME>Prensa 2</RESNAME>
      <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
      <RESMAINTYPE>1</RESMAINTYPE>
      <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
      <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
      <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
      <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
      <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
      <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
      <RESCOLOR>#80FF80</RESCOLOR>
      <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
      <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
      <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
      <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
      <SATURATION>80.00</SATURATION>
    </RESOURCE>
    <RESOURCE>
      <RESCODE>PR3</RESCODE>
      <RESNAME>Prensa 3</RESNAME>
      <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
      <RESMAINTYPE>1</RESMAINTYPE>
      <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
      <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
      <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
      <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
      <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
      <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
      <RESCOLOR>#80FF80</RESCOLOR>
      <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
      <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
      <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
      <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
      <SATURATION>80.00</SATURATION>
    </RESOURCE>
    <RESOURCE>
      <RESCODE>TN1</RESCODE>
```

```

<RESNAME>Tina 1</RESNAME>
<CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
<RESMAINTYPE>4</RESMAINTYPE>
<BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
<RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
<WORKGROUP>0</WORKGROUP>
<DISTRCAP>0</DISTRCAP>
<NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
<RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
<RESCOLOR>#FF8040</RESCOLOR>
<RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
<RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
<RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
<RESINFINITE>0</RESINFINITE>
<SATURATION>100.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>TN2</RESCODE>
  <RESNAME>Tina 2</RESNAME>
  <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>4</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#FF8040</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>80.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>LM</RESCODE>
  <RESNAME>Linha de Montagem</RESNAME>
  <CALENDARCODE>1</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>2</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
  <WORKGROUP>1</WORKGROUP>
  <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
  <NORMALELEMNUMBER>2</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#8080FF</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>0.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>0.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>80.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>PT</RESCODE>
  <RESNAME>Pintura 1</RESNAME>
  <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>1</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#C0C0C0</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>100.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>S1</RESCODE>
  <RESNAME>Secagem 1</RESNAME>
  <CALENDARCODE>4</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>5</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIENTO>100</RENDIMIENTO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTRCAP>0</DISTRCAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#C0C0C0</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>16.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>80.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>90.00</SATURATION>

```

```

</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>S2</RESCODE>
  <RESNAME>Secagem 2</RESNAME>
  <CALENDARCODE>4</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>5</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIEN TO>100</RENDIMIEN TO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTR CAP>0</DISTR CAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#C0C0C0</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>16.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>80.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>90.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>AC</RESCODE>
  <RESNAME>Acabamento</RESNAME>
  <CALENDARCODE>5</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>3</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIEN TO>100</RENDIMIEN TO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTR CAP>0</DISTR CAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#C0C0C0</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>24.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>168.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>1</RESINFINITE>
  <SATURATION>100.00</SATURATION>
</RESOURCE>
<RESOURCE>
  <RESCODE>EB</RESCODE>
  <RESNAME>Embaladora</RESNAME>
  <CALENDARCODE>6</CALENDARCODE>
  <RESMAINTYPE>2</RESMAINTYPE>
  <BOTTLENECK>0</BOTTLENECK>
  <RENDIMIEN TO>100</RENDIMIEN TO>
  <WORKGROUP>0</WORKGROUP>
  <DISTR CAP>0</DISTR CAP>
  <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
  <RESHEIGHT>15</RESHEIGHT>
  <RESCOLOR>#C0C0C0</RESCOLOR>
  <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
  <RESCAPACDAY>9.00</RESCAPACDAY>
  <RESCAPACWEEK>38.00</RESCAPACWEEK>
  <RESINFINITE>0</RESINFINITE>
  <SATURATION>100.00</SATURATION>
</RESOURCE>
</RESCLASS>
<RESCLASS>
  <RESCLASSCODE>2</RESCLASSCODE>
  <RESOURCE>
    <RESCODE>11</RESCODE>
    <RESNAME>Molde Duplo</RESNAME>
    <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
    <SUBRESTYPE>1</SUBRESTYPE>
    <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
    <RESHEIGHT></RESHEIGHT>
    <RESCOLOR></RESCOLOR>
    <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
    <SUBRESICON>31</SUBRESICON>
  </RESOURCE>
  <RESOURCE>
    <RESCODE>12</RESCODE>
    <RESNAME>Punção</RESNAME>
    <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
    <SUBRESTYPE>2</SUBRESTYPE>
    <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
    <RESHEIGHT></RESHEIGHT>
    <RESCOLOR></RESCOLOR>
    <RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
    <SUBRESICON>10</SUBRESICON>
  </RESOURCE>
  <RESOURCE>
    <RESCODE>13</RESCODE>
    <RESNAME>Operário Especializado</RESNAME>
    <CALENDARCODE>4</CALENDARCODE>
    <SUBRESTYPE>3</SUBRESTYPE>
    <NORMALELEMNUMBER>1</NORMALELEMNUMBER>
    <RESHEIGHT></RESHEIGHT>

```

```
<RESCOLOR></RESCOLOR>
<RESIMAGEEXT></RESIMAGEEXT>
<SUBRESICON>21</SUBRESICON>
</RESOURCE>
</RESCLASS>
<SUBRESTYPES>
  <SUBRESTYPE>1</SUBRESTYPE>
  <SUBRESTYPENAME>Molde</SUBRESTYPENAME>
</SUBRESTYPES>
<SUBRESTYPES>
  <SUBRESTYPE>2</SUBRESTYPE>
  <SUBRESTYPENAME>Ferramenta</SUBRESTYPENAME>
</SUBRESTYPES>
<SUBRESTYPES>
  <SUBRESTYPE>3</SUBRESTYPE>
  <SUBRESTYPENAME>Operário</SUBRESTYPENAME>
</SUBRESTYPES>
</RESOURCES>
```

ANEXO A2 – Ficheiro de Calendário de Recursos e Sub-recursos

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<!-- Gerado por Izaro Grey (c) Informática 68, S.A. -->
<CALENDARS>
  <CALYEAR>
    <CALYEARNUM>2009</CALYEARNUM>
    <CALENDARGEN>
      <CALWEEKEND>
        <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
        <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
        <WEEKENDDAY>6</WEEKENDDAY>
        <WEEKENDDAY>0</WEEKENDDAY>
        <HOURSCODE>DNL</HOURSCODE>
      </CALWEEKEND>
      <HOLIDAYDAYS>
        <HOLIDAYDAY>2009-01-01</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-02-24</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-04-10</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-04-25</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-05-01</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-05-18</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-06-10</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-06-11</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-08-15</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-08-21</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-10-05</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-11-01</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-12-01</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-12-08</HOLIDAYDAY>
        <HOLIDAYDAY>2009-12-25</HOLIDAYDAY>
        <HOURSCODE>DNL</HOURSCODE>
      </HOLIDAYDAYS>
    </CALENDARGEN>
  </CALYEAR>
  <CALENDAR>
    <CALENDARCODE>1</CALENDARCODE>
    <CALNAME>1 Turno, 5 Dias</CALNAME>
    <CALINTERVAL>
      <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
      <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
    </CALINTERVAL>
  </CALENDAR>
  <CALENDAR>
    <CALENDARCODE>2</CALENDARCODE>
    <CALNAME>2 Turnos, 7 Dias</CALNAME>
    <CALINTERVAL>
      <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
      <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
      </WEEKDAYHOURS>
    </CALINTERVAL>
  </CALENDAR>
</CALENDARS>
```



```

        <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>6</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAY>0</WEEKDAY>
        <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
</CALINTERVAL>
</CALENDAR>
<CALENDAR>
    <CALENDARCODE>3</CALENDARCODE>
    <CALNAME>3 Turnos, 7 Dias</CALNAME>
    <CALINTERVAL>
        <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
        <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>6</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>0</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
    </CALINTERVAL>
</CALENDAR>
<CALENDAR>
    <CALENDARCODE>4</CALENDARCODE>
    <CALNAME>2 Turnos, 5 Dias</CALNAME>
    <CALINTERVAL>
        <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
        <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>
    </CALINTERVAL>
</CALENDAR>
<CALENDAR>
    <CALENDARCODE>5</CALENDARCODE>
    <CALNAME>24 Horas</CALNAME>
    <CALINTERVAL>
        <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
        <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
        <WEEKDAYHOURS>
            <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
            <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
        </WEEKDAYHOURS>

```

```

    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>6</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>0</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
  </CALENDAR>
</CALENDAR>
<CALENDAR>
  <CALENDARCODE>6</CALENDARCODE>
  <CALNAME>Expediente</CALNAME>
  <CALINTERVAL>
    <DAYFROM>2009-01-01</DAYFROM>
    <DAYTO>2009-12-31</DAYTO>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>1</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>2</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>3</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>4</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
    <WEEKDAYHOURS>
      <WEEKDAY>5</WEEKDAY>
      <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    </WEEKDAYHOURS>
  </CALINTERVAL>
</CALENDAR>
</CALYEAR>
<HOURS>
  <HOURSCODE>DNL</HOURSCODE>
  <HOURSNAME>Dias não laboráveis</HOURSNAME>
</HOURS>
<HOURS>
  <HOURSCODE>M</HOURSCODE>
  <HOURSNAME>Manhã</HOURSNAME>
  <HOURSINTERVAL>
    <HOURSFROM>07:00:00</HOURSFROM>
    <HOURSTO>15:00:00</HOURSTO>
  </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
<HOURS>
  <HOURSCODE>MT</HOURSCODE>
  <HOURSNAME>Manhã e Tarde</HOURSNAME>
  <HOURSINTERVAL>
    <HOURSFROM>07:00:00</HOURSFROM>
    <HOURSTO>15:00:00</HOURSTO>
  </HOURSINTERVAL>
  <HOURSINTERVAL>
    <HOURSFROM>15:00:00</HOURSFROM>
    <HOURSTO>23:00:00</HOURSTO>
  </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
<HOURS>
  <HOURSCODE>MTN</HOURSCODE>
  <HOURSNAME>Manhã, Tarde e Noite</HOURSNAME>
  <HOURSINTERVAL>
    <HOURSFROM>07:00:00</HOURSFROM>
    <HOURSTO>15:00:00</HOURSTO>
  </HOURSINTERVAL>
  <HOURSINTERVAL>

```

```

        <HOURSFROM>15:00:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>23:00:00</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
    <HOURSINTERVAL>
        <HOURSFROM>23:00:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>07:00:00</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
<HOURS>
    <HOURSCODE>EXP</HOURSCODE>
    <HOURSNAME>Expediente</HOURSNAME>
    <HOURSINTERVAL>
        <HOURSFROM>08:30:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>12:30:00</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
    <HOURSINTERVAL>
        <HOURSFROM>13:30:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>18:00:00</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
<HOURS>
    <HOURSCODE>MEP</HOURSCODE>
    <HOURSNAME>Manhã Expediente</HOURSNAME>
    <HOURSINTERVAL>
        <HOURSFROM>08:30:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>12:30:00</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
<HOURS>
    <HOURSCODE>24H</HOURSCODE>
    <HOURSNAME>24 Horas</HOURSNAME>
    <HOURSINTERVAL>
        <HOURSFROM>00:00:00</HOURSFROM>
        <HOURSTO>23:59:59</HOURSTO>
    </HOURSINTERVAL>
</HOURS>
</CALENDARS>

```

ANEXO A3 – Ficheiro de Ordens de Fabrico

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<!--Gerado por Izaro Grey (c) Informática 68, S.A.-->
<OFS xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:noNamespaceSchemaLocation="igreydat_ofs.xsd">
  <REPORTINGTIME>2009-03-10T17:23:00</REPORTINGTIME>
  <OF>
    <OFNUMBER>1</OFNUMBER>
    <OFTYPE>1</OFTYPE>
    <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
    <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
    <OFPOSSTARTDATE>2009-03-13</OFPOSSTARTDATE>
    <OFREQUESTDATE>2009-03-15</OFREQUESTDATE>
    <OFCLASS>1</OFCLASS>
    <OFLINE>
      <OFLINENUMBER>1</OFLINENUMBER>
      <ITEMCODE>1000</ITEMCODE>
      <ITEMNAME>Painel Esmaçada</ITEMNAME>
      <OFQTTY>600.00</OFQTTY>
      <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
      <OFCUSTNAME>Cliente A</OFCUSTNAME>
      <OFORDERNUMBER>123</OFORDERNUMBER>
      <OFPHASE>
        <PHASENUMBER>20</PHASENUMBER>
        <RESCODE>PR1</RESCODE>
        <OPCODE>PREN</OPCODE>
        <OPNAME>Prensar</OPNAME>
        <LINEPHPLAQTTY>600.00</LINEPHPLAQTTY>
        <LINEPHPENQTTY>430</LINEPHPENQTTY>
        <SETUPTIME>0</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>860</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
        <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
        <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
        <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
      <ALTERRES>
        <RESCODE>PR1</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>0.00</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>860</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
      </ALTERRES>
      <SUBRESOURCES>
        <SUBRESCODE>11</SUBRESCODE>
        <NEDEEDFORALTRESOURCES>
          <ALTRESSUBRESCOND>
            <ALTRESOURCECODE>PR1</ALTRESOURCECODE>
            <QTTYDED>1</QTTYDED>
            <PCENTDED>40</PCENTDED>
            <TIMETYPEDDED>B</TIMETYPEDDED>
          </ALTRESSUBRESCOND>
        </NEDEEDFORALTRESOURCES>
      </SUBRESOURCES>
    </OFPHASE>
  </OFLINE>
</OF>
<OF>
  <OFNUMBER>2</OFNUMBER>
  <OFTYPE>1</OFTYPE>
  <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
  <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
  <OFPOSSTARTDATE>2009-03-13</OFPOSSTARTDATE>
  <OFREQUESTDATE>2009-03-16</OFREQUESTDATE>
  <OFCLASS>1</OFCLASS>
  <OFLINE>
    <OFLINENUMBER>2</OFLINENUMBER>
    <ITEMCODE>2000</ITEMCODE>
    <ITEMNAME>Painel Teflon</ITEMNAME>
    <OFQTTY>750.00</OFQTTY>
    <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
    <OFCUSTNAME>Cliente A</OFCUSTNAME>
    <OFORDERNUMBER>124</OFORDERNUMBER>
    <CAPACITYCLASS>A</CAPACITYCLASS>
    <OFPHASE>
      <PHASENUMBER>20</PHASENUMBER>
      <RESCODE>PR3</RESCODE>
      <OPCODE>PREN</OPCODE>
      <OPNAME>Prensar</OPNAME>
      <LINEPHPLAQTTY>750.00</LINEPHPLAQTTY>
      <LINEPHPENQTTY>750.00</LINEPHPENQTTY>
      <SETUPTIME>20</SETUPTIME>
      <SETUPMU>M</SETUPMU>
      <EXECTIME>1500</EXECTIME>
```

```

<ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
<PHTIMESTART></PHTIMESTART>
<PHTIMEEND></PHTIMEEND>
<PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
<ALTERRES>
  <RESCODE>PR3</RESCODE>
  <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
  <SETUPTIME>20</SETUPTIME>
  <SETUPMU>M</SETUPMU>
  <EXECTIME>1500.00</EXECTIME>
  <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
</ALTERRES>
<ALTERRES>
  <RESCODE>PR1</RESCODE>
  <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
  <SETUPTIME>15</SETUPTIME>
  <SETUPMU>M</SETUPMU>
  <EXECTIME>1700.00</EXECTIME>
  <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
</ALTERRES>
<ALTERRES>
  <RESCODE>PR2</RESCODE>
  <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
  <SETUPTIME>35</SETUPTIME>
  <SETUPMU>M</SETUPMU>
  <EXECTIME>1300.00</EXECTIME>
  <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
</ALTERRES>
<SUBRESOURCES>
  <SUBRESCODE>11</SUBRESCODE>
  <NEDEEDFORALTRESOURCES>
    <ALTRESSUBRESCOND>
      <ALTRESOURCECODE>PR3</ALTRESOURCECODE>
      <QTTYDED>1</QTTYDED>
      <PCENTDED>30</PCENTDED>
      <TIMETYPED>B</TIMETYPED>
    </ALTRESSUBRESCOND>
    <ALTRESSUBRESCOND>
      <ALTRESOURCECODE>PR1</ALTRESOURCECODE>
      <QTTYDED>1</QTTYDED>
      <PCENTDED>20</PCENTDED>
      <TIMETYPED>B</TIMETYPED>
    </ALTRESSUBRESCOND>
    <ALTRESSUBRESCOND>
      <ALTRESOURCECODE>PR2</ALTRESOURCECODE>
      <QTTYDED>1</QTTYDED>
      <PCENTDED>30</PCENTDED>
      <TIMETYPED>B</TIMETYPED>
    </ALTRESSUBRESCOND>
  </NEDEEDFORALTRESOURCES>
</SUBRESOURCES>
</OFPHASE>
</OFFLINE>
</OF>
<OF>
  <OFNUMBER>3</OFNUMBER>
  <OFTYPE>1</OFTYPE>
  <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
  <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
  <OFPOSSTARTDATE>2009-03-13</OFPOSSTARTDATE>
  <OFREQUESTDATE>2009-03-26</OFREQUESTDATE>
  <OFCLASS>1</OFCLASS>
</OFFLINE>
  <OFLINENUMBER>1</OFLINENUMBER>
  <ITEMCODE>3000</ITEMCODE>
  <ITEMNAME>Coifa</ITEMNAME>
  <OFQTTY>300.00</OFQTTY>
  <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
  <OFCUSTNAME>Cliente B</OFCUSTNAME>
  <OFORDERNUMBER>125</OFORDERNUMBER>
  <OFPHASE>
    <PHASENUMBER>30</PHASENUMBER>
    <RESCODE>PT</RESCODE>
    <OPCODE>PINT</OPCODE>
    <OPNAME>Pintar</OPNAME>
    <LINEPHPLAQTTY>300.00</LINEPHPLAQTTY>
    <LINEPHPENQTTY>300.00</LINEPHPENQTTY>
    <SETUPTIME>30</SETUPTIME>
    <SETUPMU>M</SETUPMU>
    <EXECTIME>600</EXECTIME>
    <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    <CHRGROUPCODE>Cor</CHRGROUPCODE>
    <CHRCHARCODE>Amarelo</CHRCHARCODE>
    <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
    <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
    <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
  </ALTERRES>

```

```

        <RESCODE>PT</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>30</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>600</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
    <SUBRESOURCES>
        <SUBRESCODE>11</SUBRESCODE>
        <NEDEEDFORALTRESOURCES>
            <ALTRESSUBRESCOND>
                <ALTRESOURCECODE>PT</ALTRESOURCECODE>
                <QTTYDED>1</QTTYDED>
                <PCENTDED>20</PCENTDED>
                <TIMETYPED>B</TIMETYPED>
            </ALTRESSUBRESCOND>
        </NEDEEDFORALTRESOURCES>
    </SUBRESOURCES>
</OFFPHASE>
</OFFLINE>
</OF>
<OF>
    <OFNUMBER>4</OFNUMBER>
    <OFTYPE>1</OFTYPE>
    <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
    <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
    <OFPOSSTARTDATE>2009-03-13</OFPOSSTARTDATE>
    <OFREQUESTDATE>2009-03-16</OFREQUESTDATE>
    <OFCLASS>1</OFCLASS>
    <OFLINE>
        <OFLINENUMBER>1</OFLINENUMBER>
        <ITEMCODE>4000</ITEMCODE>
        <ITEMNAME>Painel Aço Inox</ITEMNAME>
        <OFQTTY>900.00</OFQTTY>
        <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
        <OFCUSTNAME>Cliente C</OFCUSTNAME>
        <OFORDERNUMBER>126</OFORDERNUMBER>
        <CAPACITYCLASS>B</CAPACITYCLASS>
    </OFLINE>
        <PHASENUMBER>20</PHASENUMBER>
        <RESCODE>PR1</RESCODE>
        <OPCODE>PREN</OPCODE>
        <OPNAME>Prensar</OPNAME>
        <LINEPHPLAQTTY>900.00</LINEPHPLAQTTY>
        <LINEPHPENQTTY>900.00</LINEPHPENQTTY>
        <SETUPTIME>35</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1600</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
        <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
        <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
        <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
        <ALTRESPART>0</ALTRESPART>
    </ALTERRES>
        <RESCODE>PR3</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>30</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1800.00</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
    <ALTERRES>
        <RESCODE>PR1</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>35</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1600.00</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
    <ALTERRES>
        <RESCODE>PR2</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>25</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1950.00</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
    <SUBRESOURCES>
        <SUBRESCODE>11</SUBRESCODE>
        <NEDEEDFORALTRESOURCES>
            <ALTRESSUBRESCOND>
                <ALTRESOURCECODE>PR3</ALTRESOURCECODE>
                <QTTYDED>1</QTTYDED>
                <PCENTDED>20</PCENTDED>
                <TIMETYPED>B</TIMETYPED>
            </ALTRESSUBRESCOND>
        </NEDEEDFORALTRESOURCES>
    </SUBRESOURCES>

```

```

        <ALTRESOURCECODE>PR1</ALTRESOURCECODE>
        <QTTYDED>1</QTTYDED>
        <PCENTDED>20</PCENTDED>
        <TIMETYPEDED>B</TIMETYPEDED>
    </ALTRESSUBRESCOND>
    <ALTRESSUBRESCOND>
        <ALTRESOURCECODE>PR2</ALTRESOURCECODE>
        <QTTYDED>1</QTTYDED>
        <PCENTDED>20</PCENTDED>
        <TIMETYPEDED>B</TIMETYPEDED>
    </ALTRESSUBRESCOND>
    </NEEDEDFORALTRESOURCES>
    </SUBRESOURCES>
</OPPHASE>
</OFLINE>
</OF>
<OF>
    <OFNUMBER>5</OFNUMBER>
    <OFTYPE>1</OFTYPE>
    <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
    <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
    <OFPOSSTARTDATE>2009-03-15</OFPOSSTARTDATE>
    <OFREQUESTDATE>2009-03-28</OFREQUESTDATE>
    <OFCLASS>1</OFCLASS>
    <OFLINE>
        <OFLINENUMBER>1</OFLINENUMBER>
        <ITEMCODE>5000</ITEMCODE>
        <ITEMNAME>Artigo 5</ITEMNAME>
        <OFQTTY>600.00</OFQTTY>
        <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
        <OFCUSTNAME>Cliente B</OFCUSTNAME>
        <OFORDERNUMBER>127</OFORDERNUMBER>
        <CAPACITYCLASS>C</CAPACITYCLASS>
        <OPPHASE>
            <PHASENUMBER>10</PHASENUMBER>
            <RESCODE>CO</RESCODE>
            <OPCODE>CORT</OPCODE>
            <OPNAME>Cortar</OPNAME>
            <LINEPHPLAQTTY>600.00</LINEPHPLAQTTY>
            <LINEPHPENQTTY>600.00</LINEPHPENQTTY>
            <SETUPTIME>65</SETUPTIME>
            <SETUPMU>M</SETUPMU>
            <EXECTIME>1200</EXECTIME>
            <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
            <CHRGROUPCODE>Largura</CHRGROUPCODE>
            <CHRCHARCODE>L1</CHRCHARCODE>
            <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
            <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
            <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
            <ALTERRES>
                <RESCODE>CO</RESCODE>
                <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
                <SETUPTIME>65.00</SETUPTIME>
                <SETUPMU>M</SETUPMU>
                <EXECTIME>1200.00</EXECTIME>
                <ELEMNUMBER>1.00</ELEMNUMBER>
            </ALTERRES>
        </OPPHASE>
    </OFLINE>
    <OPPHASE>
        <PHASENUMBER>20</PHASENUMBER>
        <RESCODE>PR3</RESCODE>
        <OPCODE>PREN</OPCODE>
        <OPNAME>Prensar</OPNAME>
        <LINEPHPLAQTTY>600.00</LINEPHPLAQTTY>
        <LINEPHPENQTTY>600.00</LINEPHPENQTTY>
        <SETUPTIME>15</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1200</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
        <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
        <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
        <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
        <ALTRESPART>0</ALTRESPART>
        <ALTERRES>
            <RESCODE>PR3</RESCODE>
            <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
            <SETUPTIME>15</SETUPTIME>
            <SETUPMU>M</SETUPMU>
            <EXECTIME>1200.00</EXECTIME>
            <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
        </ALTERRES>
    </OPPHASE>
    <ALTERRES>
        <RESCODE>PR1</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>25</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1300.00</EXECTIME>
    </ALTERRES>

```

```

        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
    <ALTERRES>
        <RESCODE>PR2</RESCODE>
        <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
        <SETUPTIME>10</SETUPTIME>
        <SETUPMU>M</SETUPMU>
        <EXECTIME>1150.00</EXECTIME>
        <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
    </ALTERRES>
</OFPHASE>
</OFLINE>
</OF>
<OF>
    <OFNUMBER>6</OFNUMBER>
    <OFTYPE>1</OFTYPE>
    <OFPRIORITY>1</OFPRIORITY>
    <OFORDERCR>B</OFORDERCR>
    <OFPOSSTARTDATE>2009-03-17</OFPOSSTARTDATE>
    <OFREQUESTDATE>2009-03-27</OFREQUESTDATE>
    <OFCLASS>1</OFCLASS>
    <OFLINE>
        <OFLINENUMBER>1</OFLINENUMBER>
        <ITEMCODE>1000</ITEMCODE>
        <ITEMNAME>Panela Esma1tada</ITEMNAME>
        <OFQTTY>750.00</OFQTTY>
        <OFQTTYMU>UN</OFQTTYMU>
        <OFCUSTNAME>C1iente C</OFCUSTNAME>
        <OFORDERNUMBER>128</OFORDERNUMBER>
        <OFPHASE>
            <PHASENUMBER>50</PHASENUMBER>
            <RESCODE>EB</RESCODE>
            <OPCODE>EMBA</OPCODE>
            <OPNAME>Emba1ar</OPNAME>
            <LINEPHPLAQTTY>750.00</LINEPHPLAQTTY>
            <LINEPHPENQTTY>750.00</LINEPHPENQTTY>
            <SETUPTIME>5</SETUPTIME>
            <SETUPMU>M</SETUPMU>
            <EXECTIME>1500</EXECTIME>
            <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
            <PHTIMESTART></PHTIMESTART>
            <PHTIMEEND></PHTIMEEND>
            <PHASESTATUS>1</PHASESTATUS>
        <ALTERRES>
            <RESCODE>EB</RESCODE>
            <RESPRIORITY>1</RESPRIORITY>
            <SETUPTIME>5</SETUPTIME>
            <SETUPMU>M</SETUPMU>
            <EXECTIME>1500</EXECTIME>
            <ELEMNUMBER>1</ELEMNUMBER>
        </ALTERRES>
    </OFPHASE>
</OFLINE>
</OF>
</OFS>

```